

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки**  
**Кафедра ботаніки**

**БОТАНІКА**

Методичні рекомендації до лабораторних занять  
для студентів 1 курсу спеціальностей "Лісове господарство" та  
"Садово-паркове господарство" біологічного факультету

Луцьк – 2018

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 4 від 20 грудня 2017 р.)

**Ботаніка. Методичні рекомендації до лабораторних занять з ботаніки для студентів 1 курсу спеціальностей "Лісове господарство" та "Садово-паркове господарство" біологічного факультету / С. О. Волгін, Л. О. Коцун, І. І. Кузьмішина, О. С. Фіщук, Т. М. Єрмейчук. – Луцьк: Вежа-Друк, 2018. – 81 с.**

Рецензенти:

**К.Б. Сухомлін** – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри зоології Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки

**О.Р. Дмитроца** – кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології і анатомії людини Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки

Викладено методичні рекомендації для засвоєння програмового теоретичного матеріалу з курсу "Ботаніка" під час виконання лабораторних робіт. Подано структуру залікового модуля курсу, оцінювання, список рекомендованої літератури.

Для студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів (напрямок підготовки 6.090103 "Лісове та садово-паркове господарство", спеціальностей 206 "Лісове господарство" та 205 "Садово-паркове господарство", освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр).

© С.О. Волгін, Л.О. Коцун,  
І.І. Кузьмішина, О.С. Фіщук,  
Т.М. Єрмейчук, 2018

## ЗМІСТ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА .....	4
ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ .....	5
1. Загальний план будови тіла вищих рослин .....	5
2. Морфолого-анатомічні особливості будови листків .....	6
3. Анатомічна будова кореня .....	8
4. Цикл відтворення і розмноження спорових рослин .....	12
5. Цикл відтворення і розмноження голонасінних .....	16
6. Будова квітки та цикл відтворення покритонасінних .....	18
7. Плоди .....	21
8. Відділ Синьо-зелені водорості – <i>Cyanophyta</i> .....	23
9. Відділ Бурі водорості – <i>Phaeophyta</i> . Відділ Червоні водорості, або Багрянки – <i>Rhodophyta</i> .....	26
10. Відділ Зелені водорості – <i>Chlorophyta</i> .....	31
11. Відділ Оомікотові гриби – <i>Oomycota</i> . Відділ Зигомікотові гриби – <i>Zygomycota</i> .....	36
12. Відділ Аскомікотові гриби – <i>Ascomycota</i> .....	38
13. Відділ Базидіомікотові гриби – <i>Basidiomycota</i> .....	41
14. Лишайники, або ліхенізовані гриби – <i>Lichenes</i> .....	45
15. Відділ Мохоподібні – <i>Bryophyta</i> .....	47
16. Відділ Плауноподібні – <i>Lycopodiophyta</i> . Відділ Хвощеподібні – <i>Equisetophyta</i> .....	52
17. Відділ Папоротеподібні – <i>Polypodiophyta</i> .....	56
18. Відділ Голонасінні – <i>Gymnospermae</i> (= <i>Pinophyta</i> ). Клас Гінкговидні – <i>Ginkgopsida</i> . Клас Хвойні – <i>Pinopsida</i> . Родина Соснові – <i>Pinaceae</i>	
19. Відділ Голонасінні – <i>Gymnospermae</i> (= <i>Pinophyta</i> ). Клас Хвойні – <i>Pinopsida</i> . Порядок Соснові – <i>Pinales</i> . Родина Соснові – <i>Pinaceae</i> Родина Тисові <i>Taxaceae</i> . Родина Кипарисові <i>Cupressaceae</i> .....	58
20. Відділ <i>Magnoliophyta</i> . Клас <i>Magnoliopsida</i> (Дводольні) – <i>Magnoliopsida</i> . Підклас Магноліїди – <i>Magnoliidae</i> .....	64
21. Підклас Ранункуліди – <i>Ranunculidae</i> .....	66
22. Підклас Каріофіліди – <i>Caryophyllidae</i> .....	67
23. Підклас Гамамеліди – <i>Hamamelididae</i> .....	69
24. Підклас Диленіїди – <i>Dilleniidae</i> .....	70
25. Підклас Розіди – <i>Rosidae</i> .....	72
26. Підклас Ламіїди – <i>Lamiidae</i> .....	73
27. Підклас Астеріди – <i>Asteridae</i> .....	75
28. Підклас Алісмаїди – <i>Alismatidae</i> .....	76
29. Підклас Ліліїди – <i>Liliidae</i> .....	77
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	80

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Курс "Ботаніка" вивчається студентами біологічного факультету (напрямок підготовки 6.070400 "Біологія") денної і заочної форми навчання. Курс "Ботаніка" є фундаментальною дисципліною, яка вивчає закономірності розвитку рослинного світу в історичному аспекті, встановлює споріднені зв'язки між окремими систематичними групами і на їх основі будує філогенетичну систематику рослин, знайомить з видовим різноманіттям рослин, показує їх значення в природі та можливості практичного використання цих груп організмів.

**Мета:** ознайомити студентів із особливостями морфологічної та анатомічної будови рослинного організму, особливостями організації та сучасною систематикою грибів та рослин, провідними родинами та основними представниками.

При вивченні курсу ботаніки студенти повинні **знати:**

- особливості організації рослинного організму;
- сучасні принципи та підходи систематики рослин;
- основні напрямки еволюції і закономірності філогенії рослин;
- основні риси організації основних систематичних груп рослин;
- провідні родини, основні представники, їх поширення, значення.

**Вміти:**

- працювати з фіксованим та живим матеріалом;
- навчитися виготовляти тимчасові мікропрепарати;
- розрізняти на мікропрепаратах різні типи рослинних об'єктів;
- складати формули та діаграми квіток;
- володіти термінологією курсу;
- здійснювати морфологічний опис рослин;
- виконувати нескладні науково-дослідні експерименти й аналізувати результати досліджень;
- опанувати техніку біологічного рисунка.

Результати роботи студенти оформляють у вигляді графічних рисунків, виконаних на креслярському папері гостро заточеним олівцем середньої твердості. При необхідності деякі деталі рисунка можна виділити за допомогою кольорових олівців. Позначення необхідно виносити за межі рисунка тонкими паралельними лініями. На кожному аркуші позначають номер заняття, його тему, назву об'єкта (бажано латиною з вказівкою автора). Виконаний точно і акуратно рисунок дає наочне уявлення про те, наскільки правильно і повно досліджено об'єкт. Методичні рекомендації містять перелік тем занять, а також список об'єктів і препаратів, які використовуються при вивченні кожної теми. В завданні наголошено на тих ознаках об'єкта, на які повинен звернути увагу студент при дослідженні та його зарисовуванні. Контрольні запитання допоможуть зосередити увагу на найсуттєвіших моментах окремих розділів курсу.

## ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

**Тема:** Загальний план будови тіла вищих рослин

**Мета:** Ознайомитись з особливостями будови тіла вищих рослин.

#### **Інформаційний матеріал**

Тіло багатоклітинної рослини складається із сукупності клітин, групи яких спеціалізуються на виконанні певних функцій. Такі спеціалізовані групи клітин у рослині утворюють тканини. **Тканина** – це сукупність клітин, що мають спільне походження, однакову форму і виконують одну й ту саму функцію. Між клітинами в деяких тканинах знаходиться міжклітинна речовина, яка не має клітинної будови. Залежно від виконуваної функції виділяють такі типи тканин: твірна та постійні. До **постійних** належать покривна, провідна та основна тканини. Серед основних виділяють механічну, запасуючу, видільну, фотосинтезуючу тканини. Покривна, провідна, основна тканини (постійні тканини) рослини виникають з **твірної** тканини, клітини якої безперервно діляться і дають початок постійним тканинам.

У процесі тривалої еволюції сформувались вегетативні органи: корінь та пагін і змінені та пристосовані до наземного середовища органи розмноження. Вже у **проростка** – молодій рослині, яка розвинулася із насінини – є основні органи. Першим з'являється зародковий корінець, який укріплює молоду рослину в ґрунті й починає самостійно всмоктувати ззовні воду та мінеральні речовини. Одночасно росте і підсім'ядольне коліно – **гіпокотиль**, який проштовхує кінчик кореня в ґрунт. Сім'ядолі ведуть себе по-різному. Якщо запаси поживних речовин знаходились поза зародком, то сім'ядолі всмоктують ці речовини. Потім, завдяки росту гіпокотилля, вони виносяться на поверхню ґрунту, зеленіють і стають першими асимілюючими органами проростка, який переходить, таким чином, на автотрофне живлення. Такий тип проростання називається **надземним** (квасоля, гарбуз, клен). Між сім'ядолями знаходяться два ще не розгорнуті листки першого пагона. Вони розгорнуться згодом, водночас із видовженням пагона. Частина пагона від сім'ядолей до перших справжніх листків називається надсім'ядольним коліном або **епікотилем**.

В іншому випадку сім'ядолі залишаються в ґрунті, обмежуючись гаусторіальною функцією, а першими асимілюючими органами стають наступні за сім'ядолями первинні листки. Цей тип проростання називається **підземним** проростанням (горох). У однодольних єдина сім'ядоля – **щиток** – тоненька пластиночка, розміщена між зародком і ендоспермом насінини й щільно притиснена до ендосперму (жито). Щиток зародка однодольних під час проростання зародка зникає, тобто використовується зародком для живлення.

Велика поверхня стикання із зовнішнім середовищем досягалась значним галуженням надземної та підземної частин. З зародкового пагона формується головний пагін, на якому згодом закладаються бічні пагони. З зародкового корінця утворюється головний корінь, на якому розвиваються

бічні корені. Якщо корінь розвивається на підсім'ядольному коліні, стеблі або листку, то його називають **додатковим**. Підсім'ядольне коліно та сім'ядолі не зберігається у дорослої рослини, а її тіло складають корені та пагони. Їх називають **основними органами** рослини.

### Завдання

#### 1. Проростки:

**а) квасолі звичайної – *Phasceolus vulgaris*** з надземним типом проростання;

**б) гороху посівного – *Pisum sativum*** з підземним типом проростання;

**в) кукурудзи – *Zea mays*, цибулі городньої – *Allium cepa*.**

*Живі, зафіксовані у спирті або за гербаризовані проростки.*

**Завдання.** Зарисувати зовнішній вигляд проростків, позначивши верхівкову бруньку і розгорнуті перші справжні листки, сім'ядолі; епикотиль; гіпокотиль, який, різко звужуючись переходить у головний корінь; бічні корені, що розвиваються на головному і додаткові корені, які утворюються на гіпокотилі.

#### 2. Конус наростання елодеї канадської – *Elodea canadensis*.

*Живий матеріал.*

**Завдання.** Знявши листки, розкрити конус наростання і зарисувати його при малому збільшенні мікроскопа. Позначити зачатки листків (примордії).

#### 3. Апікальна меристема кінчика молодого кореня пшениці – *Triticum aestivum*.

*Постійні та тимчасові препарати.*

**Завдання.** При малому збільшенні мікроскопа розглянути і зарисувати схему поздовжнього зрізу молодого корінця. Позначити: кореневий чохлак та зону поділу з апікальною меристемою.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

**Тема: Морфолого-анатомічні особливості будови листків**

**Мета:** Ознайомитись з особливостями будови листків.

### Інформаційний матеріал

**Листок** – це бічний орган обмеженого росту, який наростає основою шляхом вставного росту (у однодольних) або всією поверхнею (у дводольних). Основні функції – фотосинтез, газообмін, транспірація. Крім того, у листках можуть відкладатися запасні продукти, в деяких випадках листок є органом вегетативного розмноження.

У більшості рослин листок складається з більш або менш широкої **пластинки**, прикріпленої до стебла за допомогою **черешка** (черешковий листок). Пластинка виконує основні функції листка. Черешок орієнтує пластинку відносно джерела світла. Якщо черешка немає, листок називають **сидячим**. Часто біля основи черешка утворюються парні бічні вирости – **прилистки**, зелені або плівчасті. Звичайно, вони менші за пластинку, але у деяких рослин більші і функціонують як пластинка (бобові). Якщо прилистки зростаються, то утворюється **розтруб** (гречкові). Іноді основа черешка розширяється у **півхву**, що охоплює стебло (селерові).

У злаків листок складається з довгої трубчастої піхви і вузької пластинки. Біля основи пластинки розташований півчастий придаток – **язичок**, а іноді ще два вирости по боках – вушка.

Внутрішня будова листка тісно пов'язана з його функціями. Листкова пластинка зверху та знизу вкрита **епідермою** (шкіркою), яка захищає лист від висихання, механічних пошкоджень тощо. Між верхнім і нижнім епідермісом знаходиться **мезофіл** листка, пронизаний жилками.

Шкірка (епідерма) утворена одним шаром щільно розташованих клітин і вкриває листок з обох сторін. Ці безбарвні та прозорі клітини дають можливість променям сонця легко проникати всередину. Зовні шкірка листка вкрита тонкою плівкою – **кутикулою**, яка сприяє зменшенню транспірації. Іноді зовні стінки клітин інкрустовані кремнеземом (пшениця, осока), що надає їм міцність. Газообмін з навколишнім середовищем та транспірацію води рослиною здійснюють **продихи**, які звичайно розташовані на нижньому боці листкової пластинки. Продихи – щілини, що утворені двома кvasолеподібними **закриваючими клітинами** з численними хлоропластами. Під продихом знаходиться велика **продихова порожнина**. Оболонки цих клітин потовщені нерівномірно: внутрішня, звернена до щілини, товстіша, ніж протилежна. Зміни **тургору** (напруження) продихових клітин змінюють їхню форму, завдяки чому продихова щілина буває відкритою, звуженою або повністю закритою від умов навколишнього середовища. Так, вдень продихи відкриті, а вночі та в жарку суху погоду – закриті. Завдяки випаровуванню навколо рослини створюється особливий мікроклімат, необхідний для її нормальної життєдіяльності. Транспірація захищає листки від перегрівання. До того ж випаровування сприяє надходженню нової кількості води в корінь і підняття її по стеблу до листків, підтримуючи тим самим постійний рух води по рослині. Продихи розташовуються звичайно на нижньому боці листка, у водних рослин – лише на верхній поверхні листка.

Під верхньою шкіркою знаходиться один або кілька шарів великих прямокутних клітин, які розміщені ніби стовпчики – **стовпчасті клітини**, щоб отримувати більше світла. Великі й овальні та зелені, вони містять хлоропласти, у яких відбувається фотосинтез. Зелені клітини розташовуються біля поверхні листа. Клітини нижніх шарів м'якоті листка нещільно прилягають одна до одної, мають неправильну форму і містять менше хлоропластів – **губчасті клітини**. Проміжки між цими клітинами називаються міжклітинниками. Вони заповнені повітрям і водяною парою. Міжклітинники сполучені з продихами. Ці шари клітин виконують функції транспірації та газообміну.

М'якоть листка пронизана густою сіткою **жилок**, які утворені з судин (елементи ксилеми) і ситовидних трубок (елементи флоеми) і разом із механічною тканиною листка утворюють судинно-волокнистий пучок. Будова судинно-волокнистих пучків основних жилок листка типова, оскільки це є продовженням їх із стебла, але в міру галуження пучків спостерігається зменшення судин та ситоподібних трубок. Закінчуються жилки окремими трахеїдами. Судинно-волокнисті пучки здійснюють

постачання листка водою і розчиненими в ній мінеральними речовинами, а також виведення із листка органічних речовин, які утворилися в процесі фотосинтезу. Крім того, жилки виконують механічну роль.

### **Завдання**

#### **1. Морфологічна будова листка.**

*Гербарний матеріал.*

*Завдання.* 1. Розглянути і зарисувати ділянку пагона пеларгонії зональної – *Pelargonium zonale* в зоні вузла, позначивши частини листка: листову основу, прилистки, черешок та пластинку.

2. Розглянути та замалювати листок з півхою пастернака – *Pastinaca* sp.

3. Розглянути та замалювати листок з півхою кукурудзи – *Zea mays*.

#### **2. Анатомічна будова листової пластинки камелії японської – *Camellia japonica*.**

*Постійні препарати.*

*Завдання.* При малому збільшенні мікроскопа зарисувати схему анатомічної будови листової пластинки. Позначити стовпчастий і губчастий мезофіл, склереїди, кристалоносні клітини, провідний пучок з флоемою і ксилемою.

#### **3. Будова проростків.**

*Живий матеріал.*

*Завдання.* 1. Шматочок шкірочки, зірваний з нижньої сторони листка жовтозілля – *Senecio* sp., кладуть у воду і накривають покривним скельцем. При великому збільшенні мікроскопа зарисувати щільно розташовані основні клітини епідермісу і проростків. Позначити основні клітини епідермісу, замикаючі клітини проростку і проросткову щілину.

2. Зарисувати основні клітини епідермісу і проростків півників німецьких – *Iris germanica* у розрізі. Позначити клітини з потовщеними кутинізованими зовнішніми клітинними стінками, замикаючі клітини проростків з дзьобиками, утвореними потовщенням кутикули, передній і задній дворики проростків, проросткову щілину і підпроросткову порожнину.

### **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 3**

**Тема: Анатомічна будова кореня**

**Мета:** Ознайомитись з особливостями будови коренів рослини.

#### **Інформаційний матеріал**

**Корінь** – вегетативний орган з необмеженим ростом, який забезпечує закріплення рослин у субстраті, поглинання і транспорт води та розчинених у ній мінеральних речовин та продуктів життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів і коренів інших рослин, первинний синтез органічних речовин, виділення в ґрунт продуктів обміну речовин і вегетативне розмноження. Різні його ділянки складаються з неоднакових клітин, що утворюють зони кореня: зона ділення з кореневим чохлаком, зона розтягування (власне росту) і початку диференціації клітин, всисна і провідна зони.



**Зона ділення** займає верхівку кореня завдовжки 2–3 мм. Це зона клітин, які активно діляться, меристема кореня. Усі тканини кореня виникають з цієї твірної тканини. Зона ділення вкрита **кореневим чохлаком**, який захищає верхівку кореня від пошкоджень під час просування кореня в ґрунті. Клітини кореневого чохлака мають підвищений тургор. Вони живуть недовго, поступово відмирають і злущуються. Замість відмерлих клітин постійно утворюються нові за рахунок зони поділу, яку прикриває кореневий чохлак (його немає у водяних рослин). У **зоні розтягування** клітини ростуть, видовжуються і стають циліндричними. У них з'являються великі вакуолі. Сукупний ріст клітин цієї зони створює силу, завдяки якій корінь заглиблюється в ґрунт. Цьому сприяють "якірні" властивості корневих волосків наступної зони кореня. Ця зона також невелика, всього кілька міліметрів. У верхній її частині клітини починають спеціалізуватися, і в зоні всисання повністю перетворюються на судини, трахеїди та інші види клітин кореня. **Всисна зона** (завдовжки від кількох міліметрів до 1–6 см) характеризується наявністю корневих волосків – видовжених на 0,2—1,0 см виростів зовнішніх клітин кореня. Ядро клітини переходить у кореневий волосок і зазвичай розміщується в його верхівці. Завдяки великій кількості волосків (кілька сотень на 1 мм<sup>2</sup>) у рослин всисна поверхня збільшується в десятки разів. Кореневі волоски недовговічні, вони живуть 10–20 діб, а потім відмирають і злущуються. Нові волоски утворюються в процесі росту верхівки кореня в довжину. З ростом кореня в глибину переміщується і зона корневих волосків. **Провідна зона**, або **зона бічних коренів** (зона галуження), становить більшу частину кореня, вона розміщена над корневими волосками і досягає **кореневої шийки** (місця переходу кореня в стебло). У цій зоні утворюються провідні судини і бічні корені.

Зародок кореня закладається одночасно з брунькою в зародку насінини і називається **зародковим коренем**. Під час проростання насінини цей корінь перетворюється на **головний**, або первинний, корінь, здатний до галуження. Паралельно з ростом на ньому з'являються бічні корені першого порядку, які, в свою чергу, дають корені другого порядку тощо. У рослин утворюються ще й додаткові корені, які формуються на стеблах, листках, але не на корені. Сукупність усіх цих коренів (головного, бічних різних порядків та додаткових) утворює **кореневу систему**. За формою розрізняють два типи корневих систем: стрижневу і мичкувату. **Стрижнева** має добре виражений головний корінь, який займає в ґрунті вертикальне положення; від нього відходять бічні корені, що розміщуються в ґрунт і радіально. У **мичкуватій** системи всі корені майже однакові за розмірами, за походженням це додаткові корені, які пучком ростуть від основи стебла. Мичкувата коренева система формується під час кушіння. При цьому на підземній частині стебла утворюється вузол кушіння, з якого розвиваються додаткові корені, що й веде до утворення мичкуватій кореневої системи. Така система характерна для більшості однодольних рослин.

У кореня розрізняють первинну і вторинну будову. **Первинну будову** мають молоді корені. В одних рослин така будова зберігається упродовж усього життя (більшість однодольних і незначна частина дводольних), а в більшості рослин первинна будова кореня змінюється на вторинну. Первинну будову мають корені всіх рослин у зоні кореневих волосків. На поперечному розрізі добре помітні дві відокремлені частини: **центральный циліндр**, в якому є радіальний пучок, і периферична частина, що утворює **кору** кореня з корневими волосками. Кора кореня складається з ризодерми і первинної кори. **Ризодерма (епіблема)** – це первинна покривна тканина, клітини якої утворюють кореневі волоски. З ростом кореня клітини ризодерми відмирають, і покривною тканиною кореня стає екзодерма (за збереження первинної будови) або перидерма (за вторинної будови). Під ризодермою розміщена **первинна кора кореня**. Вона складається з паренхімних клітин, між якими є міжклітинники. Зовнішній шар клітин (**екзодерма**), що розміщений під ризодермою, складається з великих живих клітин. У них відкладаються крохмаль та інші поживні речовини. Ці клітини виконують захисну функцію і здатні пропускати воду та мінеральні солі від корневих волосків до центрального циліндра. Після відмирання клітин ризодерми екзодерма перетворюється на покривну тканину. Від центрального циліндра кора кореня відокремлена одним шаром мертвих клітин **ендодерми**. Внутрішні стінки цих клітин потовщені, скорковілі, не пропускають води і газів. Між мертвими клітинами ендодерми розміщені живі пропускані клітини, вони тонкостінні, розташовані навпроти судин центрального циліндра і легко пропускають розчини речовин до центрального циліндра. Центральний циліндр займає середню частину кореня і складається з різних тканин. У периферичній частині його є **перицикл**, що складається з одного ряду тонкостінних клітин. Клітини перициклу (первинна твірна тканина) періодично діляться і дають початок бічним кореням (звідси – коренетвірний шар), камбію, паренхімі кореня, додатковим брунькам коренепаросткових рослин. Основу центрального циліндра (усередині перициклу) становить паренхімна тканина, в якій радіально розміщений судинний пучок кореня, що складається з ксилеми і флоеми. Судини ксилеми утворюють промені, що йдуть від периферії до центра, їх зазвичай буває три – п'ять, зрідка – близько 20. Між променями ксилеми розміщені групи клітин флоеми. У більшості рослин (дводольних і голонасінних) первинна будова кореня зберігається недовго і переходить у вторинну будову. Така перебудова пов'язана з утворенням на певному етапі їхнього розвитку (після появи перших листків) у центральному циліндрі кореня вторинної меристеми – **камбію**. За рахунок клітин камбію утворюються вторинні елементи ксилеми і флоеми. У дерев і кущів вторинна ксилема і флоема нарастають кільцями, тому будова кореня подібна до будови стебла. Первинна кора та ендодерма поступово відмирають і злущуються, а з перициклу утворюється **перидерма**. Нові шари перидерми закладаються у глибших шарах вторинної флоеми. Так поступово виникає вторинна будова кореня.

У **вторинній будові кореня гарбуза** утворюється 4 провідних пучки колатерального типу, які розділені великоклітинною паренхімою радіальних променів. Звуженими кінцями вони впираються в малі промені первинної ксилеми (на поперечному перерізі кореня це велика судина, розміщена в центрі). В кожному пучку виділяється первинна флоема, яка примикає до паренхіми кори. У відцентровому напрямку відкладається **вторинна флоема**, яка складається із флоемної паренхіми, клітин-супутниць та ситовидних трубок. До центру розміщений пучковий камбій, утворений дрібними клітинами. На рівні пучкового камбію в межах радіальних променів утворюється міжпучковий камбій. До центру відкладається вторинна ксилема з великих судин.

На поперечному перерізі **вторинна будова кореня липи** складається з блоків тканин: перидерми, вторинної кори, камбію, деревини і серцевини. **Вторинна кора** представлена трапецієподібними ділянками флоєми, розмежованими серцевинними променями. Вторинна флоема диференційована на **твердий луб** (луб'яні волокна) і **м'який луб** (ситоподібні трубки з дрібними клітинами-супутницями). Кільце камбію утворене 2–5 шарами дрібних тонкостінних клітин. В **деревині** (вторинна ксилема) чітко виражені річні кільця. В центрі знаходиться здерев'яніла великоклітинна ксилемна паренхіма.

### Завдання

#### 1. Поява камбію в молодих корінцях квасолі звичайної – *Phaseolus vulgaris*.

*Постійні препарати.*

**Завдання.** 1. При малому збільшенні мікроскопа зарисувати схему будови кореня. Позначити первинну кору з ендодермою, паренхімний перидикл і провідну зону з тетрархним провідним пучком і дугами камбію, що закладаються між первинними флоемою та ксиломою. Звернути увагу на окремі судини вторинної ксилеми, відкладені камбієм.

2. При великому збільшенні мікроскопа зарисувати ділянку камбіальної зони, утвореної за рахунок подвійного поділу паренхімних клітин.

#### 2. Первинна анатомічна будова поліархного кореня півників – *Iris sp.*

*Постійні препарати.*

**Завдання.** 1. При малому збільшенні мікроскопа зарисувати схему будови кореня. Позначити первинну кору з дво-, тришаровою екзодермою (тканина – склеренхіма), мезодермою (основна паренхіма), мезодермою (основна паренхіма), ендодермою (крохмалоносна піхва); центральний циліндр з одношаровим перидиклом (паренхіма) та провідною зоною, представленою поліархним провідним пучком (прото- і метаксилема та флоема).

2. При великому збільшенні мікроскопа зарисувати ділянку ендодерми, складену основними клітинами, розташованими навпроти провідних елементів протоксилеми.

### 3. Вторинна будова кореня гарбуза звичайного – *Cucurbita pero*.

*Постійні препарати.*

*Завдання.* При малому збільшенні мікроскопа зарисувати схему будови кореня. Позначити тетраархну первинну ксилему, вторинну ксилему, кільце камбію, вторинну і первинну флоему, широкі первинні паренхімні промені, паренхіму первинної кори і перидерму.

### 4. Багаторічний корінь липи сердцелистої – *Tilia cordata*.

*Постійні препарати.*

*Завдання.* Зарисувати схему будови кореня. Позначити перидерму, вторинний луб, камбіальну зону, вторинну деревину, границі річних кілець, первинну пентархну або гексархну деревину (ксилему), первинні і вторинні лубодеревинні промені.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

### Тема: Цикл відтворення і розмноження спорових рослин

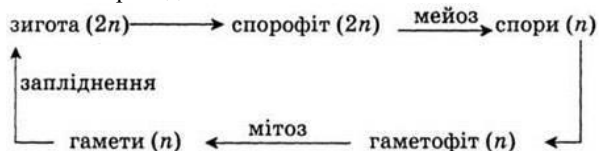
**Мета:** Ознайомитись з особливостями циклу відтворення і розмноження спорових рослин.

### Інформаційний матеріал

Наземні спорові рослини – це група рослин, які розмножуються та поширюються за допомогою спор. До вищих спорових рослин належать Мохоподібні, Плауноподібні, Хвощеподібні, Папоротеподібні. Вищі спорові рослини поширені в різних кліматичних умовах, однак більшість із них живе на вологих ділянках суходолу, бо для статевого розмноження їм необхідна волога.

У всіх наземних рослин є два покоління – статеве та нестатеве, які чергуються. На статевому поколінні є статеві органи (чоловічі – **антеридії**, жіночі – **архегонії**), у яких утворюються чоловічі та жіночі гамети, забезпечуючи статеве розмноження. На нестатевому поколінні є нестатеві органи, у яких утворюються спори, що слугують для нестатевого розмноження. Спори утворюються в результаті мейозу всередині особливого органу – багатоклітинного **спорангію**. У вищих спорових рослин нестатеве розмноження за участю спор чергується зі статевим розмноженням за участю гамет. Зміну одного типу розмноження іншим називають **чергуванням поколінь**. Сукупність статевого та нестатевого поколінь становить **цикл відтворення**. Він забезпечує безперервність життя певного виду організмів. У циклі відтворення особини нестатевого покоління, на якому є органи спороношення і спори, називають **спорофітом**, а статевому, на якому є статеві органи й гамети – **гаметофітом**. Ці покоління розмножуються відповідно нестатевим і статевим способами. Процес мейозу відбувається не на стадії утворення гамет, а на стадії утворення спор. Покоління з гаплоїдним набором хромосом утворює гамети у процесі мітозу. Покоління з диплоїдним набором хромосом утворює спори у процесі мейозу. Гаметофіт розвивається з гаплоїдних спор, а спорофіт – із диплоїдної зиготи, що утворюється в результаті запліднення.

Зміна поколінь проходить за схемою:



У циклі розвитку мейоз відбувається завжди один раз. Залежно від періоду життя спорофіта та гаметофіта, доросла рослина може бути гаплоїдною або диплоїдною.

Спорові рослини з "виходом" на сушу розвивалися у двох напрямках. У мохоподібних статеве покоління (гаметофіт) знає прогресивного розвитку, а нестатеве покоління (спорофіт) пристосоване лише до утворення спор. Усе життя мохоподібних проходить на стадії нестатевого покоління, через що вони здебільшого приурочені до сирих, затінених місць і мають невеликі розміри. Тканини в них розвинені слабо або взагалі відсутні. Для іншої групи, куди входять плауноподібні, хвощеподібні та папоротеподібні, характерне переважання і вдосконалення спорофіта при одночасному зменшенні розмірів гаметофіта. У цих рослин з'являються тканини, які виконують важливі функції. Вони активно фотосинтезують, утворюють транспортну систему, забезпечують внутрішню опору, надійний захист і зв'язок із зовнішнім середовищем. Усе це дає змогу цій групі спорових рослин краще пристосовуватися до умов навколишнього середовища. Отже, тканинна будова тіла є, вочевидь, основною причиною того, яке з поколінь переважає в циклі відтворення цих рослин.

У водоростей статеве розмноження здійснювалося за участю води, зазвичай, перед настанням несприятливих умов. Сперматозоїди перепливали до яйцеклітин, і відбувалося запліднення. Але на суходолі в повітряному середовищі, яке є досить сухим і сприяє випаровуванню води, статевий процес у наземних рослин значно ускладнюється. Саме на цьому етапі вода для них є вирішальним чинником існування, бо саме вона забезпечує "зустріч" сперматозоїдів з яйцеклітинами і, відповідно, статеве розмноження. Після злиття гамет утворюється **зигота**, що дає початок нестатевому поколінню, на якому утворюються спори. Отже, розмноження у наземних спорових рослин відбувається з чергуванням двох поколінь – **нестатевого** (утворюються спори) і **статевого** (утворюються гамети). Після злиття гамет утворюється **зигота**, з якої розвивається спорофіт. Зі спор, які розвиваються на спорофіті, утворюються гаметофіти.

Основна відмінність мохоподібних полягає в тому, що в циклі чергування поколінь домінуючим є гаплоїдний гаметофіт, а не диплоїдний спорофіт. Через це здатність мохів пристосовуватися до зміни умов проживання виявилася набагато меншою, ніж у рослин з домінуючим диплоїдним поколінням. Мохоподібні є тупиковою гілкою еволюції, що не дала початку більш високоорганізованим організмам.

Багаторічний гаметофіт мохів має слань або листкостеблову будову. Прикріплення до субстрату здійснюється волосоподібними відростками – ризоїдами.

Маршанція мінлива – це дводомна рослина роду печіночних мохів, має плоский дихотомічно розгалужений талом. Статеве розмноження супроводжується виникненням чоловічих та жіночих підставок, на яких розвиваються архегонії та антеридії. Після запліднення із зиготи розвивається нестатеве покоління – спорофіт (спорогон) у вигляді коробочки на підставці. Зрілі спори випадають і, проростаючи, дають початок новому організму.

Зозулин льон належить до найчисленнішого класу листкостеблових мохів. Однорічний, асимілюючі стебла гаметофіта, вкриті зеленими сидячими листками, можуть досягати заввишки 50 см. На верхівці пагона формуються антеридії або архегонії, в яких мітотичним поділом утворюються сперматозоїди або яйцеклітини. Запліднення відбувається під час дощу або випадання рясної роси. Із зиготи виростає диплоїдний спорофіт. Він являє собою коричневу коробочку з кришечкою, на ніжці, прикриту залишками архегонія. Спорофіт практично цілковито позбавлений хлоропластів, тому його живлення здійснюється за рахунок гаметофіта. Коробочка є спорангієм, у якому відбувається формування та дозрівання спор. Коли гаплоїдні мейоспори дозрівають, коробочка відкривається. Спора проростає і утворює протонему – нитчасту стадію, яка передує гаметофіту. На протонемі закладаються бруньки, що дають початок чоловічим і жіночим гаметофітам.

У Плауноподібних, Хвощеподібних, Папоротеподібних у життєвому циклі домінує спорофіт. У рівноспорових плауноподібних гаметофіт розміром 2–20 мм дозріває під землею 1–15 років, живиться сапротрофно. У різноспорових гаметофіт розвивається декілька тижнів за рахунок поживних речовин, що містяться в спорі. Галуження стебла дихотомічне. Розрізняють два види листків: **трофофіли**, що виконують асиміляційну функцію, і **спорофіли**, що несуть спорангії.

Плаун булавоподібний – представник рівноспорових. У спорангіях утворюють мейоспори, які проростають через 3–8 років, дозрівання гаметофіта триває 15 років. Розвиток гаметофіта відбувається тільки в симбіозі з мікоризою гриба. Гаметофіт двостатевий, залягає на глибині 1–8 см, утворює безліч антеридіїв і архегоніїв. У плаунка плауноподібного на спорононому колоску утворюються спорангії двох типів. Одні з них більші – **мегаспорангії** – містять 4 великі мегаспори. Інші спорангії дрібніші – **мікроспорангії**, в них містяться численні мікроспори. Мікроспора при проростанні утворює сильно редукований чоловічий заросток, на якому розвивається один антеридій. З мегаспори виростає жіночий заросток, на якому розвиваються нечисленні архегонії. Пересування сперматозоїдів відбувається у воді після дощу або роси. З заплідненої яйцеклітини з часом виростає доросла рослина.

Хвощеподібні переважно вологолюбні лучні рослини помірних широт, довжина стебла може досягати декількох метрів. Особливістю

хвощеподібних є члениста будова пагонів і мутовчасте розташування листків. Переважна більшість – рівноспорові. Підземна частина представлена кореневищем з розташованими на ньому додатковими коренями. Домінуюче покоління – диплоїдний спорофіт. За несприятливих умов розмножуються вегетативно.

У хвоща польового розрізняють два види пагонів – літні асиміляційні та весняні – спороносні. Після досягання спори розносяться вітром. Спори хвоща польового мають на оболонках пружинки – елатери, які сприяють розповсюдженню. Незважаючи на те, що всі спори зовні однакові, зі спор, які потрапили в сприятливі умови, виростають жіночі гаметофіти, а зі спор, які потрапили у несприятливі умови – чоловічі. Жіночі гаметофіти здатні у разі потреби утворювати антеридії. Сперматозоїди великі й містять до 100 джгутиків. Запліднення відбувається тільки за наявності води на поверхні гаметофіта.

У предстаників відділу Папоротеподібні домінуюче покоління – диплоїдний спорофіт. Щитник чоловічий має укорочене стебло, представлене кореневищем, на верхівці якого розташовується пучок листків. Листки нарастають верхівкою. На нижньому боці листка розташовуються **соруси** – групи спорангіїв, покриті індузієм. Під час дозрівання спор спорангії розкриваються. З мейоспор, що висіялися, проростають гаплоїдні двостатеві гаметофіти. Гаметофіт забарвлений у зелений колір. Процес запліднення нерозривно пов'язаний із водою. Внаслідок запліднення утворюється диплоїдна зигота, яка дає початок новому спорофіту. Спочатку розвиток і живлення спорофіта відбувається за рахунок асимілюючого гаметофіта.

У сальвінії плаваючої на стеблах рослини розвиваються три ряди листків: два – з еліптичних плаваючих, третій – із занурених коренеподібних. Спори у сальвінії різні за розмірами та призначенням. Це – різноспорова рослина. Восени рослини відмирають, а достиглі соруси опускаються на дно. Навесні з них виходять спори і впливають на поверхню води. Після запліднення розвиваються нові плаваючі рослини – сальвінії.

### Завдання

#### 1. Будова архегонію маршанції поліморфної – *Marchantia polymorpha*.

*Постійні препарати.*

*Завдання.* При малому збільшенні мікроскопа знайти, а при великому розглянути і зарисувати будову архегонію. Позначити шийку, черевце, стерильну стінку (одно-, а при основі – багат шарову), шийкові і черевцеву каналцеві клітини, яйцеклітину та зачатковий перианцій при основі архегонію.

#### 2. Будова антеридію зозулиного льону – *Polytrichum*.

*Постійні препарати.*

*Завдання.* При малому збільшенні мікроскопа знайти, а при великому розглянути і зарисувати будову антеридію зозулиного льону – *Polytrichum*. Позначити ніжку, одношарову стерильну стінку, сперматогенну тканину.

З будовою антеридію можна познайомитись також на прикладі маршанції поліморфної – *Marchantia polymorpha*.

### **3. Будова заростка (гаметофіту) чоловічої папороті – *Dryopteris filix-mas*.**

*Постійні препарати або живий матеріал*

*Завдання.* При малому збільшенні мікроскопа розглянути і зарисувати будову серцеподібного пластинчастого заростка. Позначити розташовані на його нижній поверхні, ризоїди та чоловічі і жіночі гаметангії (антеридії та архегонії).

### **4. Будова спороносного колоска плауна – *Selaginella sp.***

*Постійні препарати.*

*Завдання.* При малому збільшенні мікроскопа розглянути і зарисувати поздовжній зріз колоска. Позначити вісь колоска, спорофіли, мікроспорангії з численними тетрадами мікроспор та мегаспорангії з тетрадою мегаспор. Звернути увагу на язички – вирости на внутрішній (адаксіальній) поверхні спорофілів.

## **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 5**

**Тема: Цикл відтворення і розмноження голонасінних**

**Мета:** Ознайомитись з особливостями циклу відтворення і розмноження Голонасінних.

### **Інформаційний матеріал**

Голонасінні – переважно вічнозелені, одно-або дводомні рослини з добре розвиненими стеблом і кореневою системою, утвореної головним та бічними коренями. Розмножуються насінням, яке утворюється з насінних зачатків. Насінні зачатки голі (звідси назва відділу), розташовані відкрито на мегаспорофілах або на насінних лусках, зібраних в жіночі шишки.

Особливості життєвого циклу голонасінних розглянемо на прикладі сосни звичайної – *Pinus sylvestris*. Сосна – велике дерево, в середній частині якого на кінцях пагонів утворюються чоловічі шишки – стробіли. На поздовжньому перерізі через чоловічу шишку добре видно вісь, до якої кріпляться **мікроспорофіли**. В основі кожного з них розміщуються гнізда двох великих спорангіїв – **пилкових мішків**. Гнізда мікроспорангіїв заповнені археспоріальною тканиною. Під час **мікроспорогенезу** клітини археспоріальної тканини діляться шляхом мейозу, в результаті утворюються тетради гаплоїдних мікроспор. Кожна мікроспора (пилкове зерно) має дві оболонки: внутрішню тонку – **інтину** і зовнішню, товсту і міцну – **ексину**. Характерною особливістю мікроспор хвойних є так звані повітряні мішки, які підвищують аеродинамічні якості пилку, який розповсюджується вітром. Гаплоїдне ядро мікроспори починає ділитися звичайним мітотичним шляхом. У результаті двох наступних один за одним мітотичних поділів, утворюється чотири клітини: дві проталіальні, антеридіальна і сифоногенна. **Проталіальні** (грец. проталіум – заросток) клітини є рудиментом вегетативного тіла заростка. Ці клітини існують дуже нетривалий час і незабаром руйнуються.



З **сифоногенної** (грец. сифон – трубка) клітини розвивається пилкова трубка. Далі зміни відбуваються з **антеридіальною** клітиною. Вона ділиться ще один раз і, в результаті цього поділу, з'являються **клітинаніжка** і **спермагенна** клітина. Призначення клітини ніжки не цілком зрозуміло, а от при розподілі сперматогенної клітини утворюється дві чоловічі гамети – **спермії**. На цьому процес мікрогаметогенезу завершується.

Жіноча шишка – **мегастробіл** – також має вісь, до якої кріпляться луски двох типів: пливчасті **покривні** луски, у пазухах яких розвиваються великі **насінні**. В основі насінних лусок розміщується по два насінних зачатки.

Обидва процеси мегаспорогенез і мегагаметогенез відбуваються в насінних зачатках. Під час мегаспорогенезу усередині нуцелуса відокремлюється клітина археспорію, яка і стає материнською клітиною мегаспор. У результаті редукційного поділу цієї клітини утворюється тетрада мегаспор, три з яких швидко гинуть і йдуть на харчування єдиної мегаспори.

З гаплоїдної мегаспори виростає **жіночий гаметофіт** – первинний ендосперм з гаплоїдним набором хромосом, який з часом займає практично весь об'єм насінного зачатка і є поживною тканиною для зародка.

На верхньому мікропілярному полюсі гаметофіту утворюються два типових архегонії. У черевці кожного з них знаходиться велика яйцеклітина. Після формування яйцеклітини жіночий гаметофіт готовий до запліднення.

Запліднення відбувається всередині насінного зачатка, при цьому спермії по пилковій трубці проникають до архегонію і один з них зливається з яйцеклітиною. Друга пара гамет зазвичай не дає зиготи. Такий тип запліднення називають **сифоногамією**. З зиготи з часом розвивається зародок насінини. У результаті запліднення розвивається насінина з насінною шкіркою, зародком і ендоспермом (п), що розміщена відкрито на лусках жіночих шишок. Між запиленням і запліднення у сосни проходить довгий період – біля 1 року.

### Завдання

#### 1. Будова чоловічої шишки сосни звичайної – *Pinus sylvestris*.

*Постійні препарати шишки сосни звичайної – Pinus sylvestris.*

**Завдання.** При малому збільшенні мікроскопа розглянути і зарисувати поздовжній зріз шишки. Позначити вісь шишки, мікроспорофіли та мікроспорангії (пилкові мішки).

#### 2. Будова пилкового зерна сосни звичайної – *Pinus sylvestris*.

*Постійні препарати будови пилкового зерна сосни звичайної – Pinus sylvestris.*

**Завдання.** При великому збільшенні мікроскопа розглянути і зарисувати пилкове зерно сосни звичайної – *Pinus sylvestris*, позначивши два повітряні мішки і пилкове зерно, звернувши увагу на скульптурну поверхню екзини.

### 3. Будова жіночої шишки сосни звичайної – *Pinus sylvestris*.

*Постійні препарати жіночої шишки сосни звичайної – Pinus sylvestris.*

*Завдання.* При малому збільшенні мікроскопа розглянути і зарисувати поздовжній зріз жіночої шишки, позначивши покривну та насінну луску та насінний зачаток.

### 4. Будова насінного зачатка та жіночого гаметофіту з жіночої шишки другого року сосни звичайної – *Pinus sylvestris*.

*Постійні препарати насінного зачатка сосни звичайної – Pinus sylvestris.*

*Завдання.* При малому збільшенні мікроскопа розглянути і зарисувати поздовжній зріз насінного зачатка. Позначити єдиний інтегумент, пилкову камеру, нуцелус, первинний ендосперм (жіночий гаметофіт) та два архегонії в його мікропілярній частині.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

**Тема: Будова квітки та цикл відтворення покритонасінних**

**Мета:** Ознайомитись з особливостями квітки та циклу відтворення покритонасінних рослин.

### Інформаційний матеріал

**Квітка** – це видозмінений, вкорочений, обмежений у рості пагін, що забезпечує насінневе розмноження у покритонасінних (квіткових) рослин. Поява квітки у процесі еволюції забезпечила широке розселення покритонасінних на Землі. Функції квітки: утворення **мікроспор** у пиляках на тичинках і **макроспор (мегаспор)** у насінних зачатках у зав'язях маточок, які розвиваються відповідно у чоловічі гаметофіти – **пилкові зерна** та жіночі гаметофіти – **зародкові мішки**, у яких формуються гамети (відповідно спермії та яйцеклітини); запилення; запліднення; формування насіння і плоду.

Квітки розвиваються із генеративних бруньок і можуть бути верхівковими або пазушними, поодинокими або зібраними в суцвіття. Квітка складається з органів стеблового походження: **квітконіжки** – безлистого стебла та **квітколожа** – вкороченої осі стеблового походження, опуклої, вгнутої, плоскої або видовженої форми, на якій розташовуються всі частини квітки. Чашечка і віночок утворюють покриви квітки – **оцвітину**. **Чашечка** – сукупність чашолистків (розрізняють зрослолисту і роздільнолисту); **віночок** – сукупність пелюсток (розрізняють зрослопелюстковий і роздільнопелюстковий). Оцвітина буває: **подвійна** (є і чашечка, і віночок); **проста** (є тільки чашечка або тільки віночок). Квітки без оцвітини називаються **голими**. За кількістю площин симетрії квітки розрізняють **симетричні актиноморфні** (мають кілька умовних площин симетрії); **симетричні зігоморфні** (мають одну умовну площину симетрії); **асиметричні** (не мають жодної площини симетрії).

**Андроцей** – сукупність тичинок. Тичинка складається з тичинкової нитки і пиляка. Пиляк утворений двома половинками, що з'єднані в'язальцем; у кожній половинці пиляка є по два спорангії (пилкові мішки або пилкові гнізда). У пилкових мішках із спорогенних клітин в результаті

мейозу утворюються мікроспори; кожна мікроспора перетворюється на пилкове зерно (чоловічий гаметофіт): вкривається подвійною оболонкою (зовнішній шар – екзина, внутрішній – інтина), її гаплоїдне ядро ділиться мітозом, утворюючи вегетативне і генеративне ядра; вегетативне ядро відповідає за утворення пилкової трубки після запилення, а генеративне під час проростання пилкової трубки в результаті мітозу утворює гамети – два спермії.

**Гінецей** – сукупність плодолистків, що утворюють маточки. За кількістю маточок гінецей розрізняють: **простий** (одна маточка) та **складний** (багато маточок). За зрощеністю плодолистків гінецей розрізняють: **апокарпний** (плодолистки не зрощені між собою); **ценокарпний** (плодолистки зрощені). Складові частини маточки: **приймочка** – дещо розширена верхня частина, **стовпчик** – звужена середня частина; **зав'язь** – розширена нижня частина; зав'язь може бути верхня (над оцвітинуою) або нижня (під оцвітинуою); порожнина зав'язі – **гніздо**; якщо маточка утворена одним плодолистком, то зав'язь одногніздна, двома – двогніздна, трьома – трьохгніздна, багатьма – багатогніздна; у гніздах формуються насінні зачатки (один або багато). **Насінний зачаток** складається з ніжки (фунікулюса) нуцелуса, покривів, які на верхівці утворюють отвір – мікропіле.

У квіткових рослин розмноження відбувається за допомогою насіння, переважаючим поколінням є спорофіт, а гаметофіт дуже редукований, розвивається у спорофіті і представлений лише декількома клітинами. У зав'язі маточки в насінневому зачатку з клітин спорангія шляхом мейозу утворюються 4 великі спори (n), одна з яких перетворюється в жіночий заросток гаметофіт, а три відмирають. Спора тричі ділиться мітотично, і утворюється 8-ядерний зародковий мішок. Ближче до пилкової трубки велике ядро утворює яйцеклітину, 2 сусідніх ядра – 2 супутні клітини – **синергіди**. На протилежному полюсі мішка розташовуються 3 **клітини-антиподи**, а в центрі утворюється центральна двоядерна клітина. Усі ядра гаплоїдні.

У пилкових мішках тичинок з клітин мікроспорангія шляхом мейозу утворюється багато дрібних спор (n). Усі вони дають початок чоловічому заростку – гаметофіту. Спора мітотично ділиться і утворює вегетативну та генеративну клітини. Ядро генеративної клітини ділиться ще раз і утворюються 2 спермії. Вегетативна та генеративна клітини покриваються оболонкою і утворюється пилкове зерно. При попаданні пилку на приймочку маточки вегетативна клітина проростає й утворює пилкову трубку, по якій переміщується генеративна клітина до пилковходу. Два спермії через пилковхід потрапляють у зародковий мішок. Один спермій зливається з яйцеклітиною і утворюється зигота (2n), з якої розвивається зародок насіння. Інший спермій зливається з 2 ядрами центральної клітини, в результаті чого утворюється ендосперм (3n) насіння, в якому нагромаджуються поживні речовини. Цей процес називається подвійним заплідненням і був відкритий С. Г. Навашиним у 1898 році. У результаті подвійного запліднення в насінному зачатку утворюється насінина, а з

покриву насінного зачатка – насіннева шкірка. Навколо насінини з зав'язі та інших частин квітки формується плід.

**Формула квітки** – скорочений запис анатомічної будови квітки.

Умовні позначення:

- Са (К) – чашолистки (чашечка);

- Со – пелюстки (віночок);

- А – тичинки (андроцей);

- G – маточки (гінецей): (G) – маточки з верхньою зав'яззю; (Ḡ) – маточки з нижньою зав'яззю. Кількість частин квітки позначається числами від 0 до 12 або значком нескінченності. Якщо частини квітки зрощені, то число записується в дужках.

### Завдання

#### 1. Будова квітки жовтецю їдкою – *Ranunculus acris*.

*Живі або зафіксовані у спирті квітки.*

**Завдання.** Розглянути, записати формулу та зарисувати актиноморфну спіроциклічну квітку з подвійною оцвітиною та верхньою зав'яззю у поздовжньому розрізі. Позначити видовжене квітколоже, вільнолисточкову чашечку, вільнопелюстковий віночок, численні спіральні розташовані тичинки та маточки. Звернути увагу на апокарпний гінецей.

#### 2. Будова квітки білоцвіту весняного – *Leucojum vernum*.

*Зафіксовані у спирті квітки.*

**Завдання.** 1. Розглянути, записати формулу та зарисувати актиноморфну спіральну квітку з простою оцвітиною та верхньою зав'яззю у поздовжньому розрізі. Позначити два, зрослі у покривало, приквітти, насінні зачатки в нижній зав'язі, два типи тичинок та стовпчик з приймочкою.

2. Зарисувати поперечний розріз зав'язі, відмітивши її тригніздість та центральну-кутову плацентацию насінних зачатків.

#### 3. Будова зрілого пиляка лілії білої – *Lilium candidum*.

*Постійні препарати поперечного зрізу зрілого пиляка.*

**Завдання.** Розглянути препарат при малому збільшенні і зарисувати його контури. При великому збільшенні розглянути будову стінки гнізда пиляка, нарисувати клітинну будову невеликого сектора. Позначити епідерміс, ендотеїс та недиференційований на клітини шар, що залишився після руйнування тапетуму та серединних шарів. У пилкових камерах відмітити зерна пилку.

#### 4. Насінний зачаток та зародковий мішок лілії білої – *Lilium candidum*.

*Постійні препарати поперечного зрізу зав'язі.*

**Завдання.** При малому збільшенні мікроскопа розглянути і зарисувати поздовжній зріз насінного зачатка, позначивши насінну ніжку (фунікулус) з обтуратором, зовнішній та внутрішній інтегументи, мікропіле та халазу. При великому збільшенні мікроскопа розглянути будову зародкового мішка і внести його в рисунок насінного зачатка. Позначити три антиподи,

центральне ядро або два полярні ядра (якщо злиття ще не відбулося) центральної клітини, дві синергіди та яйцеклітину. Якщо на зріз попав лише фрагмент зародкового мішка, то малювати його, а поряд – схему повного зародкового мішка.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

### Тема: Плоди

**Мета:** ознайомитись з особливостями будови різних типів плодів рослин.

### Інформаційний матеріал

**Плід** утворюється, здебільшого, із зав'язі, але в його утворенні можуть приймати участь різні частини квітки (чашечка, оцвітину і тичинки). Насіння плоду формується з насінних зачатків. Стінка плоду (**оплодень**) формується із стінки зав'язі. Оплодень складається з трьох шарів: зовнішнього – екзокарпія або епікарпія, середнього – мезокарпія і внутрішнього – ендокарпія, всі вони добре помітні. Існують плоди, у яких шари оплодня важко розрізнити, навіть при анатомічному дослідженні. Пояснюється це стисненням і деформацією клітин при дозріванні плоду. Розвивається плід після запліднення, але у деяких покритонасінних відбувається розвиток зародка насінини за відсутності запліднення, тобто шляхом апоміксису. **Морфологічна основа плоду** – будова гінецею. Інші частини квітки (чашечка, оцвітину, тичинки) найчастіше засихають, а іноді із зав'язю також беруть участь у формуванні плоду, перетворюючись в соковиті або дерев'яністі, іноді в плівчасті фрагменти. Найбільші зміни зазнає зав'язь, в якій відбувається посилений поділ клітин, що призводить до збільшення її розмірів, розростання стінок. Після запилення рослина змінює напрямок руху поживних сполук у бік плодів, що розвиваються. У плоді знаходиться насінина, або насіння, які кріпляться до оплодня або вільно розташовуються в порожнині плоду, або щільно вкриті м'ясистою стінкою. **Насіння** забезпечує поширення виду рослини в природі. Після дозрівання плоду до нього припиняють надходити живильні речовини, він більше не росте і з плином часу тканини плоду піддаються руйнуванню і гниттю, звільняючи насіння.

Плоди за класифікацією ділять на **справжні**, що сформувалися з зав'язі, що розрослася, і **несправжні**, в утворенні яких беруть участь й інші частини квітки. Серед справжніх плодів розрізняють **прості**, сформовані виключно із маточки, та **збірні**, складні, що утворилися з багаточленного апокарпного гінецея (шипшина, полуниця, суниця, малина). При дуже щільних суцвіттях утворюється **супліддя** (шовковиця, ананас). Зі зрослих плодолистків ценокарпного гінецею утворюються **ценокарпні плоди** (коробочка, горіх, ягода, яблуко, сім'янка). Виділяють також членисті плоди, що поділяються поперечно на окремі частини з насінинами (у редьки дикої, верблюжої колючки), та дрібні, які розпадаються поздовжньо на однонасінні елементи (у мальви, кленів, селерових). Прості плоди підрозділяють по консистенції оплодня на **соковиті** (з соковитим оплоднем) і **сухі** (з сухим оплоднем). До сухих

відносяться: коробочкоподібні або багатонасінні (мак, тюльпан, дурман, боб), горіхоподібні або однонасінні (горіх, ліщина, фундук), зернівка (злаки), крилатки (клен), жолуді (дуб), сім'янки (сояшник). До соковитих відносяться: ягодоподібні або багатонасінні: ягода (плоди чорниці, томата, смородини); яблуко (плоди яблуні, горобини, груші); гарбузина (плоди кавуна, кабачка, гарбуза); гранатина (плід граната); помаранча (плід цитрусових); кістянкоподібні: соковита кістянка (вишня, абрикос, слива); суха кістянка (волоський горіх).

### **Завдання**

#### ***А. Апокарпні плоди***

##### **1. Багатолистянка калюжниці болотної – *Caltha palustris*.**

*Сухі плоди.*

*Завдання.* Зарисувати зовнішній вигляд багатолистянки з плодиками калюжниці болотної, що розкрилися вздовж червонного шва. Зарисувати окремих плодик при великому збільшенні.

##### **2. Багатогорішок жовтецю їдкою – *Ranunculus acris*.**

*Сухі плоди.*

*Завдання.* Зарисувати зовнішній вигляд багатогорішка жовтецю їдкою, показавши опукле квітколоже і форму плодиків.

##### **3. Біб гороху посівного – *Pisum sativum*.**

*Сухі плоди.*

*Завдання.* Зарисувати розкривний плід гороху посівного, показавши характер прикріплення насінини.

##### **4. Кістянка вишні звичайної – *Gerasus vulgaris*.**

*Зафіксовані у спирті плоди.*

*Завдання.* Зарисувати плід з частково знятою соковитою частиною оплодня. Позначити на рисунку шари оплодня.

##### **5. Багатокистянка малини звичайної – *Rubus idaeus*.**

*Фіксовані плоди.*

*Завдання.* Зарисувати плід у поздовжньому розрізі.

#### ***Б. Ценокарпні плоди***

##### **6. Синкарпна коробочка лілії – *Lilium sp.***

*Сухі плоди.*

*Завдання.* Зарисувати плід, показавши характер його розкривання.

##### **7. Горіх ліщини звичайної – *Corylus avellana*.**

*Сухі або зафіксовані плоди.*

*Завдання.* Зарисувати горіх ліщини звичайної із пліскою.

##### **8. Синкарпна ягода помідора їстівного – *Lycopersicon esculentum*.**

*Фіксований матеріал.*

*Завдання.* Зарисувати плід у поперечному розрізі.

##### **9. Яблуко яблуні домашньої – *Malus domestica Borkh.***

*Фіксовані або свіжі плоди.*

*Завдання.* Зарисувати плід у поперечному розрізі, показавши границі плодолистиків і позначивши шари оплодня.

##### **10. Сім'янка соняшника однорічного – *Helianthus annuus*.**

*Сухі плоди.*

**Завдання.** Зарисувати плід зі знятою стулкою.

#### **Дрібні плоди**

### **11. Ценобій живокосту лікарського – *Symphytum officinale*.**

*Сухі плоди.*

**Завдання.** Зарисувати зовнішній вигляд ценобію, що складається з чотирьох еремів (часом розвиваються не всі: деякі ереми залишаються недорозвинутими).

### **12. Двокрилатка клена гостролистого – *Acer platanoides*.**

*Сухі плоди.*

**Завдання.** Зарисувати зовнішній вигляд плоду, показавши форму перикарпіїв і характер їх відокремлення.

#### **Членисті плоди**

### **13. Стручок гірчиці польової – *Sinapis arvensis*.**

*Сухі або фіксовані плоди.*

**Завдання.** Зарисувати розкритий плід, показавши стулки, несправжню перегородку, характер прикріплення насіння.

## **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 8**

**Тема:** Відділ Синьо-зелені водорості – *Cyanophyta*

Клас Ціанофіцієві – *Cyanophyceae*

Порядок Хроококальні – *Chroococcales*

Порядок Осцилаторіальні – *Oscillatoriales*

Порядок Ностокальні – *Nostocales*

**Мета:** на прикладі окремих представників показати примітивні риси організації синьо-зелених водоростей як прокаріотичних організмів.

**Об'єкти вивчення:** мікроцистіс, глеокапса, мерисмопедія, осцилаторія, спіруліна, анабена, носток (живий або фіксований матеріал).

#### **Контрольні питання**

1. На які порядки поділяється клас Ціанофіцієві?
2. Назвіть основні пігменти синьо-зелених водоростей.
3. Які органели відсутні в клітинах синьо-зелених водоростей?
4. Назвіть запасні поживні речовини синьо-зелених водоростей.
5. У яких ціаней є слизові піхви?
6. У представників якого порядку не утворюються гетероцисти?
7. У яких синьо-зелених водоростей є газові вакуолі?
8. Які види ціаней спричиняють “цвітіння” води?
9. Яка різниця в будові ниток анабени й осцилаторії?

#### **Інформаційний матеріал**

Синьо-зелені – одноклітинні, колоніальні чи нитчасті водорості з характерною для прокаріот будовою клітин (відсутнє ядро, пластиди, мітохондрії, ендоплазматична сітка). Оболонка чотиришарова, міцна, складається з пектинових речовин і муреїну, часто зі слизовою піхвою з геміцелюлози. Протопласт диференційований на зовнішній шар (хроматоплазму) з ламелярною структурою, яка виконує функцію хлоропласту, і центроплазму, де зосереджена ДНК і яка функціонально виконує роль ядра.

Пігменти синьо-зелених водоростей – хлорофіл *a*, каротиноїди, ксантофіли (зеаксантин, міксоксантин тощо), пігменти фікобіліпротеїну (фікоеритрин, фікоціанін) зумовлюють різне забарвлення водоростей: від темно-зеленого, майже чорного, до жовто-зеленого, деколи навіть рожевого. Продуктами асиміляції є глікогеноподібні полісахариди. В клітинах часто трапляються включення – ціанофіцин, волутин, лейкозин.

У деяких синьо-зелених (мікроцистіс, анабена) є газові вакуолі, які мають вигляд чорних дрібних пухирців. У нитчастих форм, крім вегетативних клітин, у трихомах трапляються гетероцисти (великі безбарвні клітини з подвійною оболонкою) і спори з потовщеними оболонками, із запасом поживних речовин, забарвлені, переважно еліпсоподібної форми. Розрізняють гомоцитні трихоми, складені клітинами однакової будови, і гетероцитні, до складу яких входять різні за будовою і функціями клітини.

Розмножуються синьо-зелені водорості вегетативно – поділом клітин, фрагментацією колоній, частинами нитки (гормогоніями); в гетероцитних трихомах поділ на гормогонії здійснюється по гетероцистах. Безстатеве розмноження відбувається з участю ендо- і екзоспор. Статевого процесу в синьо-зелених водоростей не виявлено.

### Завдання

**1.** Вивчити особливості будови представників класу Ціанофіцієві – *Cyanophyceae*. **Замалювати** при великому збільшенні мікроскопа мікроцистіс – *Microcystis*, глеокапсу – *Gloeocapsa*, мерисмопедію – *Merismopedia*. Зробити позначення: 1) загальний вигляд колонії; окремі клітини; 3) газові вакуолі; 4) слизові оболонки клітин; загальні слизові піхви.

**2.** На прикладі осциляторії – *Oscillatoria* вивчити будову синьо-зелених водоростей з нерозгалуженим гомоцитним трихомом. **Замалювати** при великому збільшенні мікроскопа частину нитки і зробити позначення: 1) загальний вигляд нитки; 2) перегородки між клітинами; 3) центроплазма; 4) хроматоплазма; зерна ціанофіцину.

**3.** Вивчити особливості будови та розмноження синьо-зелених водоростей з гетероцитним трихомом. **Замалювати** при великому збільшенні мікроскопа анабену – *Anabaena*. На малюнку позначити: 1) вегетативні клітини; 2) газові вакуолі; гетероцисти; 4) спочиваючі спори.

### Методичні поради

**До завдання 1.** Нанести на предметне скло краплину води з водоростями і виготовити препарат. Знайти колонії одноклітинних ціаней і при великому збільшенні мікроскопа розглянути їх будову.

Рід глеокапса – *Gloeocapsa*. Одноклітинна, або колоніальна, водорість характеризується клітинами кулястої форми і особливою будовою слизових оболонок. Коли материнська клітина, оточена широкою слизовою капсулою, ділиться, утворюються дочірні клітини з власними слизовими оболонками, а слизовий шар материнської клітини оточує обидві дочірні. Слизові оболонки зберігаються і при подальших поділах.



Види глеокапси поширені у водоймах і на вологих субстратах (каменях, стінах, скелях тощо). Наземні види мають забарвлений у різні кольори слиз.

Рід мікроцистіс – *Microcystis* існує у вигляді грудочок слизу, в який занурена маса безладно розміщених дрібних кулястих клітин. Обриси колонії не завжди чітко окреслені. Найбільш поширений вид *M. aeruginosa* викликає “цвітіння” водойм. Клітини в мікроскопі виглядають майже чорними завдяки наявності газових вакуолей.

Замалювати при великому збільшенні мікроскопа колонію і зробити позначення (див. завдання 1).

**До завдання 2.** Із живого або фіксованого матеріалу осциляторії виготовити тимчасовий мікропрепарат і розглянути його.

Талом осциляторії – *Oscillatoria* має вигляд однорядної нитки, складеної з короткоциліндричних тонкостінних клітин синювато- зеленого кольору. При великому збільшенні мікроскопа видно, що всі клітини мають однакову будову. Поблизу бічних перегородок у клітинах концентруються ціанофіцинові зерна і деколи газові вакуолі. Сукупність перегородок між клітинами надає ниткам осциляторії поперечно - покресленого вигляду. Гетероцисти не трапляються. Слизова капсула відсутня. Термінальна клітина нитки має дещо заокруглену форму зовнішніх стінок. Характерною властивістю водоростей є здатність до самостійного руху: нитка обертається паралельно поздовжній осі, а вільні кінці здійснюють коливальний рух. Розмножується осциляторія гормогоніями. Спори не утворюються.

Рід анабена – *Anabaena*. Численні планктонні види анабени викликають “цвітіння” води у водоймах зі стоячою водою разом з іншими синьо-зеленими водоростями. *A. flos-aquae* – нитчаста вільноплаваюча водорість, трихоми у якій спірально або дугоподібно багаторазово зігнуті й утворюють клубочки або дернини. Вегетативні клітини округлі або бочкоподібної форми, темні від газових вакуолей. Трапляються гетероцисти, відмінні від вегетативних клітин формою і розмірами, з прозорим водянистим вмістом, позбавлені газових вакуолей. На межі гетероцисти і вегетативної клітини є особлива структура або “замикаюче тільце”. По гетероцистах нитки звичайно розпадаються на гормогонії. Окремі вегетативні клітини, інтенсивно розростаючись, перетворюються на спочиваючі спори, що різко відрізняються від вегетативних клітин відсутністю газових вакуолей, яскравим синьо-зеленим забарвленням, зернистим вмістом завдяки накопиченню запасних поживних речовин, товстими оболонками і великими розмірами. Процес спороутворення особливо інтенсивно проходить за несприятливих умов.

Рід носток – *Nostoc* представлений слизовими колоніями сферичної або неправильної форми, розміри яких варіюють. Слиз містить численні переплетені ланцюжки клітин з гетероцистами, подібні до ниток анабени.

Для виготовлення препарату потрібно відділити препарувальною голкою невелику грудочку із слизової маси і помістити в краплину води на

предметне скельце, покривши і злегка натиснувши покривним скельцем. Досліджують будову ностока при великому збільшенні мікроскопа.

### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 9

**Тема:** Відділ Бурі водорості – *Phaeophyta*

Клас Феофіцієві – *Phaeophyceae*

Порядок Ламінаріальні – *Laminariales*

Порядок Фукусові – *Fucales*

Відділ Червоні водорості, або Багрянки – *Rhodophyta*

Клас Флоридеєфіцієві – *Floridophyceae*

Порядок Немаліальні – *Nemaliales*

Порядок Цераміальні – *Ceramiales*

**Мета:** на прикладі будови і розмноження окремих представників показати значення бурих водоростей в еволюції рослинного світу, місце червоних водоростей у системі класифікації органічного світу як окремої, не спорідненої з іншими водоростями гілки еволюції.

**Об'єкти вивчення:** ламінарія, фукус, батрахосперм, полісифонія (живий, гербаризований або фіксований матеріал).

#### Контрольні питання

1. Назвіть специфічні пігменти бурих водоростей.
2. У яких бурих спостерігається гетероморфна зміна поколінь?
3. Назвіть продукти асиміляції бурих водоростей.
4. Яке покоління домінує в циклі розвитку бурих водоростей?
5. Яка специфічна речовина входить до складу клітинних оболонок бурих?
6. Яку структуру має талом ламінарії?
7. У яких бурих водоростей не виражена зміна поколінь?
8. На які класи поділяють відділ Бурі водорості?
9. Назвіть представників порядку Ламінаріальні.
10. Назвіть представників порядку Фукусові.
11. Яку структуру має талом фукуса?
12. Де розвиваються гаметангії у Фукусових?
13. Який тип статевого процесу характерний для Фукусових?
14. Яку будову мають зооспори бурих водоростей?
15. На які класи поділяють відділ Червоні водорості?
16. Які пігменти зумовлюють забарвлення багрянок?
17. Назвіть запасні поживні речовини червоних водоростей.
18. Назвіть прісноводну червону водорість.
19. Як здійснюється безстатеве розмноження червоних водоростей?
20. Як називаються жіночі статеві органи багрянок?
21. Яка структура таломів відсутня у червоних водоростей?
22. Які цінні речовини добувають з органічної маси багрянок?

#### Інформаційний матеріал

Бурі водорості – багатоклітинні, переважно макроскопічних розмірів, прикріплені організми, поширені в основному в морських водах. У

примітивних форм талом переважно невеликих розмірів з нитчастою структурою, у високоорганізованих спостерігається диференціація тіла на “органи” і складна анатомічна будова. Ріст талома інтеркалярний або верхівковий. Клітинна оболонка бурих водоростей ослизнена, часто інкрустована солями, диференційована на внутрішній целюлозний шар з участю альгінової кислоти і зовнішній пектиновий, утворений солями альгінової кислоти. Цитоплазма пристінна, з одним ядром і численними дрібними вакуолями. Дрібних дископодібних хлоропластів декілька. Піреноїди своєрідної грушоподібної форми, занурені в цитоплазму. Буре забарвлення зумовлене наявністю ксантофілів, особливо фукоксантину, хлорофілів А, С та каротинів. Продукт асиміляції – ламінарин.

Бурі водорості розмножуються вегетативно (частинами талома), безстатево (зооспорами, деколи моноспорами чи тетраспорами) і статевим способом. Зооспори грушоподібної форми з двома неоднаковими джгутиками, прикріпленими до боків клітин. Один джгутик, який направлений вперед, перистий, задній – гладенький. Статевий процес ізо-, гетеро- або оогамний.

Гаметангії багатокамерні, оогонії і антеридії - одноклітинні. Для більшості бурих водоростей характерна зміна поколінь і ядерних фаз. Це явище відсутнє у представників класу циклоспорних. Спори проростають у гаплоїдний гаметофіт, який несе гаметангії з гаметами. Гамети копулюють у зиготу, що проростає в диплоїдний спорофіт, на якому редукційним шляхом утворюються спори. Зміна поколінь у бурих водоростей може бути ізоморфною і гетероморфною. В останньому випадку спорофіт і гаметофіт морфологічно між собою не подібні. Домінуючим є макроскопічний спорофіт, гаметофіт - мікроскопічний.

В основу класифікації бурих водоростей покладено будову талома, особливості розмноження і чергування поколінь.

Високоорганізовані ламінаріальні і фукусові мають великі таломи, диференційовані на каулоїд, філоїд, ризоїд, або базальний диск, а також тканини (меристодерму, кору, проміжний шар, серцевину).

Для фукусових характерна відсутність чергування поколінь і диплоїдний життєвий цикл; ріст талома верхівковий. Статевий процес – оогамія. Гаметангії утворюються в заглибленнях талома (скафідіях), які сконцентровані в потовщеннях на кінцях талома (рецептакулах) або розташовані групами на таломі. Скафідії бувають одно- і двостатеві. В оогоніях формується найчастіше 8 яйцеклітин, а в антеридіях – 64 антерозоїди. Фукусові поширені як у північних, так і в південних морях, утворюючи інколи густі зарості (в Саргасовому морі).

Багрянки – своєрідна група прикріплених, переважно морських макроскопічних водоростей, більшість з них – багатоклітинні організми складної морфологічної і анатомічної будови, лише окремі, найпримітивніші, мають слань одноклітинну або колоніальну. Ріст талома верхівковий. Своєрідність червоних водоростей полягає у специфічному наборі пігментів, повній відсутності джгутикових стадій і складному циклі розвитку, який не трапляється в інших водоростей.

Клітинна оболонка багряннок двошарова, целюлозно-пектинова, деколи інкрустована солями Са, Fe, К, Mg. Зовнішній пектиновий шар оболонки часто ослизнюється. Цитоплазма пристінна, ядро одне (деколи багато), вакуоля одна, велика. Хлоропласти у примітивних представників зірчасті, центральні, з піреноїдами; у високоорганізованих форм – пластинчасті або лінзоподібні, без піреноїдів. Пігменти червоних водоростей: хлорофіл *a* і *d*, каротиноїди, ксантофіли, фікоціанін, фікоеритрин. Продукт асиміляції – багрянковий крохмаль, що забарвлюється йодом у червоний колір і відкладається в цитоплазмі.

Вегетативне розмноження відбувається у примітивних одноклітинних і колоніальних форм поділом клітини; у деяких флоридових – з допомогою додаткових пагонів, що беруть початок від горизонтальної частини талому. Остання залишається живою після відмирання вертикальної ділянки слані. Безстатеве розмноження багряннок здійснюється з допомогою моноспор, тетраспор або поліспор, які формуються у відповідних спорангіях.

Статевий процес – оогамія. Антеридії одноклітинні, зібрані групами на кінцях талому, продукують нерухомі чоловічі гамети – сперматії (по одному в кожному з антеридіїв). Жіночий статевий орган – карпогон – складається з нижньої розширеної частини – черевця і верхньої ниткоподібної трихогінії. В результаті статевого процесу формуються диплоїдні карпоспори, об'єднані в цистокарпії. В найпростіших випадках вони розвиваються із зиготи в кількості 4–32. У найбільш високоорганізованих багряннок утворенню карпоспор передують злиття заплідненого карпогона через ообластемні нитки з особливими багатими на поживні речовини ауксиллярними клітинами, які беруть участь у формуванні особливої структури – гоніомобласта, або цистокарпії.

Безстатеве і статеве розмноження взаємопов'язані і в циклі розвитку змінюють одне одного. В більшості випадків органи статевого і нестатевого розмноження розміщені на різних рослинах спорофіті і гаметофіті, але у деяких видів на одній рослині можуть знаходитись як органи безстатевого, так і статевого розмноження. Життєві цикли у більшості червоних водоростей супроводжуються зміною двох (гаплоїдного гаметофіта і диплоїдного спорофіта) або трьох форм розвитку (гаплоїдного гаметофіта, паразитуючого на ньому диплоїдного карпоспорофіта, що утворює карпоспори, і диплоїдного спорофіта, що продукує гаплоїдні моно- або тетраспори). У деяких видів спостерігається скорочення життєвого циклу шляхом редукції однієї з форм розвитку. Трапляється ізоморфна і гетероморфна зміна поколінь.

В основу класифікації червоних водоростей покладено будову талому, будову органів розмноження і особливості циклу розвитку.

Клас Флоридеєфіцієві об'єднує червоні водорості з добре розвиненим таломом, складною анатомічною будовою і примітивною диференціацією слані. Хлоропласти різної форми, без піреноїдів. Безстатеве розмноження – тетраспорами. Карпоспори розвиваються на виростах черевної частини карпогона або на місті злиття ообластемних ниток з ауксиллярними

клітинами. Для більшості характерна ізоморфна зміна поколінь. Структура талом різнонитчаста, псевдопаренхімна.

Філофора – *Phyllophora* є і в північних морях, і в Чорному морі. Талом її складається з багаторазово розгалужених вузьких пластинок неправильної форми темно-пурпурового забарвлення, прикріплених до ґрунту підшвою. У чорноморських видів пластинка філофори має центральну жилку. Розмір талом – 15 - 50 см.

### Завдання

**1.** На прикладі ламінарії – *Laminaria* вивчити особливості будови та розмноження бурих водоростей з гетероморфною зміною поколінь. **Замалювати** зовнішній вигляд талом, анатомічну будову каулоїда і філоїда, на малюнках позначити: 1) загальний вигляд талом; 2) каулоїд ламінарії; 3) філоїд; 4) ризоїд; 5) клітини кори; клітини з хлоропластами; 7) клітини без хлоропластів; 8) серцевинний шар; 9) поперечний розріз каулоїда; 10) концентричні шари черешка; 11) поперечний розріз філоїда; 12) верхню кору; 13) нижню кору; 14) соруси зооспорангіїв.

**2.** На прикладі фукуса – *Fucus* вивчити особливості будови та розмноження бурих водоростей з відсутністю чергування поколінь. **Замалювати:** морфологічну будову талом і будову органів розмноження фукуса, позначивши: 1) загальний вигляд талом, 2) підшву, 3) каулоїд, 4) філоїд; 5) повітряні порожнини; поперечний переріз жіночого скафідія, 7) поперечний переріз чоловічого скафідія; 8) антеридій, 9) парафізи, 10) оогонії; 15) рецептакули.

**3.** Вивчити особливості будови та розмноження представників порядку Немаліональні на прикладі батрахосперма – *Batrachospermum*. **Замалювати** загальний вигляд батрахосперма і фрагмент талому з асиміляторами і цистокарпіями. На малюнку позначити: 1) клітини меживузля; 2) вузли; 3) бічні розгалуження талому; 4) кору; 5) клітини-асимілятори; 6) цистокарпії; 7) карпоспори.

**4.** Вивчити будову червоних водоростей порядку Цераміальні. Замалювати зовнішній вигляд талом і цикл розвитку полісифонії – *Polysiphonia*. Показати на малюнку для кожної стадії ядерну фазу (n, 2n) рослини і її похідних форм (спор, гамет). Описати цикл розвитку полісифонії.

### Методичні поради

**До завдання 1.** На гербарних зразках або фіксованому матеріалі розглянути талом ламінарії, розчленований на філоїд, каулоїд і ризоїди. Філоїд 2-3 м завдовжки, у ламінарії цукрової він цілісний, лінійний, у ламінарії пальчастої – розсічений. Каулоїд – багаторічний, а філоїд – однорічний. Наростання листової пластинки відбувається шляхом поділу клітин при основі філоїда.

На позовдовжньому розрізі каулоїда видно зовнішній шар клітин кори, що містять хлоропласти. За ними розташовано кілька рядів видовжених великих клітин без хлоропластів. Далі бачимо внутрішній серцевинний шар, що складається з перепланих тонких ниток. На поперечному розрізі

каулоїда добре помітні концентричні шари, схожі на річні кільця дерев; вони свідчать про ріст “стебла” в товщину.

На поперечному розрізі філоїда виділяють багатошарову забарвлену верхню і нижню кору, серцевину і декілька шарів проміжних клітин без хлоропластів. 1-4 шари клітин верхньої кори, які здатні ділитися з утворенням волосків і органів розмноження, називають меристодермою.

Зооспорангії розміщені групами (сорусами) з обох боків філоїда і добре помітні у вигляді темних плям. Зооспори, що формуються в зооспорангіях, проростають у мікроскопічні ниткоподібні жіночі і чоловічі заростки. На чоловічих формуються одноклітинні антеридії у вигляді бічних виростів, жіночі заростки складаються з кількох клітин, кожна з яких може утворювати оогонії.

**До завдання 2.** Розглянути фіксований матеріал і гербарні зразки фукуса. Талом його до 50 см заввишки, плоский, цупкий, дихотомічно розгалужений, посередині з ребром або середньою жилкою.

В нижній частині талом звужений у “черешок”, що закінчується конічною “підшовою”. Саме нею фукус кріпиться до підводних предметів. По обидва боки від жилки попарно розташовані спеціальні порожнини, заповнені повітрям, які утримують талом у вертикальному положенні під час припливу. Деякі кінчики розгалужень слані мають здуття (рецептакули), що несуть занурені в тканину порожнини (скафідії або концептакули). В заглибленнях розвиваються антеридії або оогонії і неплідні нитки – парафізи. Статевий процес – оогамія. Запліднення відбувається у воді. Зигота без періоду спокою проростає у нову диплоїдну рослину.

**До завдання 3.** Розглянути неозброєним оком фіксований або живий матеріал батрахосперма – одного з нечисленних представників багряннок, які мешкають в прісних водоймах. Талом його має вигляд ніжного кущика оливково-зеленого кольору 3-8 см заввишки з головною віссю і розташованими кільцями бічними “гілочками”.

Відокремити пінцетом невелику частину слані батрахосперма і розглянути при малому, а потім великому збільшенні мікроскопа. Кожен “пагін” кущика – однорядна нитка, складена з довгих безбарвних циліндричних клітин меживузля, від яких кільцями відходять короткі розгалужені “гілочки”-асимілятори, утворені краплеподібними або бочкоподібними клітинами, що мають численні хлоропласти.

Від основ асиміляторів починаються також багатоклітинні нитки, які ростуть по довжині талом і, нещільно з’єднуючись між собою, формують своєрідну кору. Органи безстатевого розмноження моноспорангії і статеві органи утворюються на одній і тій же рослині. Карпогони і антеридії виникають на асиміляторах; після запліднення з карпогона формується цистокарпій, що нагадує зовнішнім виглядом плід малини.

**До завдання 4.** Розглянути під мікроскопом постійні мікропрепарати полісифонії з тетраспорангіями і цистокарпіями. Зарисувати життєвий цикл полісифонії.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 10

**Тема:** Відділ Зелені водорості – *Chlorophyta*

Клас Хлорофіцієві – *Chlorophyceae*

Порядок Вольвокальні – *Volvocales*

Клас Ульвофіцієві – *Ulvophyceae*

Порядок Кладофоральні – *Cladophorales*

Клас Харофіцієві – *Charophyceae*

Порядок Зигнематальні – *Zygnematales*

Порядок Харальні – *Charales*

**Мета:** на прикладі окремих представників вивчити особливості будови зелених водоростей з монадною і кокоїдною структурою, простежити ускладнення організації від одноклітинних до колоніальних і багатоклітинних форм; показати характерні ознаки будови і розмноження кон'югат як бічної гілки еволюції зелених водоростей, особливості будови харальних як давньої своєрідної групи рослин.

**Об'єкти вивчення:** вольвокс, кладофора, спірогіра, зигнема, хараламка (живий або фіксований матеріал, постійні мікропрепарати).

### Контрольні питання

1. Яка структура талому характерна для класу Хлорофіцієві?
2. Назвіть пігменти зелених водоростей.
3. Яку функцію виконують скоротливі вакуолі?
4. Яку функцію виконує стигма?
5. Які запасні сполуки відкладаються у зелених водоростей?
6. Як розмножуються одноклітинні Вольвокальні?
7. Назвіть ценобіальні водорості порядку Вольвокальні.
8. Яку роль відіграють партеногонідії у вольвоксу?
9. Який тип статевого процесу у вольвоксу?
10. Яка відмінність між сифональною і сифонокладовою структурою?
11. Назвіть специфічні пігменти Кладофоральних.
12. Яку будову має хлоропласт кладофори?
13. Який тип статевого процесу характерний для кладофори?
14. Чим відрізняються зооспори у прісноводних і морських видів кладофори?
15. Яке покоління розвивається із зооспори у кладофори?
16. На які порядки поділяється клас Харофіцієві?
17. Який тип розмноження не властивий Зигнематальним?
18. Який тип статевого процесу у Десмідіальних?
19. Які форми кон'югації трапляються у Зигнематальних?
20. Де утворюється зигота у Зигнематальних?
21. Як проростає зигота Зигнематальних?
22. Які особливості будови талому властиві Харальним водоростям?

23. Яку будову має вузол у таломі хари?
24. Що являє собою меживузля хари і нітели?
25. Де формуються статеві органи Харальних?
26. Яку будову має оогоній Харальних?
27. З яких елементів збудований антеридій?
28. Яке призначення мають бульбочки на ризоїдах?
29. Яке місце в еволюції зелених водоростей посідають Харальні?

### Інформаційний матеріал

Відділ Зелені водорості налічує близько 25 тис. видів з різноманітними типами структури талому, крім амебоїдної і тканинної. Серед них є одноклітинні, ценобіальні, колоніальні і багатоклітинні форми, що відрізняються яскравим зеленим забарвленням, зумовленим наявністю в хлоропластах пігментів хлорофілу *a* та *b*, каротину та ряду ксантофілів (лютеїну, віолаксантину, зеаксантину, антраксантин, неоксантин). Запасний продукт – крохмаль.

Клітинна оболонка – пектинова, целюлозна або целюлозно- пектинова. У деяких представників протопласт відмежований від середовища лише плазмалемою. Хлоропласти різної форми і розмірів, часто мають піреноїди – білкові тільця, навколо яких відкладається запасний крохмаль.

Вегетативне розмноження відбувається шляхом поділу клітин, частинами слані, акінетами, дочірніми ценобіями. Безстатеве – за допомогою зооспор, апланоспор, гемізооспор. Статевий процес відомий майже у всіх видів, характеризується різноманітністю (хологамія, ізогамія, гетерогамія, оогамія, кон'югація). Зигота проростає після періоду спокою.

Порядок Вольвокальні об'єднує найпримітивніші зелені водорості з монадною структурою талому, що здатні до руху у вегетативному стані. Трапляється пальмелоїдна структура. Переважна більшість вольвокальних - одноклітинні організми; є колоніальні і ценобіальні види. Клітини вкриті пектиновою або целюлозно-пектиновою оболонкою, одноклітинні, з хлоропластом чашоподібної форми, розміщеним у пристінному шарі цитоплазми, з одним великим піреноїдом. На верхньому кінці клітини зосереджені джгутики (2–4 у різних видів), червоне вічко (стигма) і пульсуючі вакуолі поблизу основи джгутиків. Основні представники, що існують у формі ценобія: гоніум пекторальний – *Gonium pectorale*, складається з 16 клітин, розміщених в одній площині; пандорина – *Pandorina morum*, 16 клітин ценобія якої розміщені компактно, подібно до супліддя шовковиці; евдорина – *Eudorina elegans*, ценобії утворені 32 клітинами, розміщеними в 5–8 рядах. Ценобіальні форми вольвокових розмножуються переважно безстатевим способом, а саме: шляхом утворення в кожній клітині молодого ценобію.

Порядок Кладофоральні об'єднує макроскопічні водорості з таломом у вигляді розгалужених прикріплених чи вільноплаваючих ниток, що складаються з багатоядерних сегментів, утворених у результаті сегрегативного поділу слані з сифональною структурою (перегородки



формуються незалежно від поділу ядер).

Клітинні оболонки щільні, целюлозні. В постінному шарі цитоплазми міститься сітчастий хлоропласт, складений багатограничними ділянками, з'єднаними між собою тяжами. Крім власливих усім зеленим водоростям пігментів, хлоропласт сифонокладальних має специфічний пігмент – сифонксантин. Ядра дрібні, численні, вакуоля розміщена в центрі клітини. Розмножуються сифонокладальні вегетативно і фрагментацією слані, безстатеве розмноження здійснюється 2–4–джгутиковими зооспорами. Статевий процес – ізо- та гетерогамія. Гамети несуть по 2 джгутики. У морських форм спостерігається ізоморфна зміна поколінь і чергування ядерних фаз. На диплоїдному спорофіті після редукційного поділу формуються гаплоїдні зооспори, що проростають у гаплоїдний гаметофіт. Зигота дає початок диплоїдному спорофіту. У прісноводних видів кладофори весь життєвий цикл відбувається в диплофазі. Редукційний поділ спостерігається лише перед утворенням гамет. Більшість сифонокладальних існують в морях, за винятком кладофорових, які проникли з морів у прісні водойми і поширилися там.

Клас Харофіцієві об'єднує одноклітинні, нитчасті та колоніальні форми, у яких відсутні рухливі стадії, а статевий процес здійснюється злиттям вмісту двох вегетативних клітин (кон'югацією). Клітини однадерні, вкриті здатною до ослизнення оболонкою з хлоропластом різної форми (зірчастим, пластинчастим, стрічкоподібним). Хлоропластів один, два або багато, з піреноїдами в різній кількості. Формує зооспори Представники класу розмножуються вегетативно (поділом клітин) і кон'югацією. У нитчастих форм кон'югація може бути бічною – зливаються протопласти двох сусідніх клітин однієї нитки, і драбинчастою – зливаються протопласти клітин двох різних ниток. Зигота вкривається багатшаровою оболонкою і після періоду спокою проростає. У представників різних порядків цей процес протікає по-різному. Після двох поділів ядра зиготи може утворитись 4 проростки (у Мезотеніальних), 2 – у Десмідіальних або 1 – у Зигнематальних. Решта ядер у представників останніх порядків дегенерує.

До порядку Зигнематальні належать нитчасті нерозгалужені водорості, які ведуть неприкріплений спосіб існування. Клітини циліндричні, їх оболонка без пор, вкрита слизовою капсулою. Хлоропласти різної форми, вони є систематичною ознакою родів і видів.

Представники порядку Десмідіальні – одноклітинні водорості з кокоїдною структурою талому, різноматнітної форми, часто з оболонками, інкрустованими солями заліза. Вони мають симетричну будову тіла: клітини їх складаються з двох однакових половинок, у більшості з перетяжкою. Клітини однадерні, з хлоропластом, розділеним ядром на дві частини, або з кількома хлоропластами, осьовими або пристінними, з піреноїдами. Вегетативне розмноження – поділ клітин у площині симетрії (при цьому друга половинка клітини добудовується).

Харальні водорості відрізняються від інших зелених складною будовою мікроскопічної багатоклітинної слані, яка зовнішнім виглядом

нагадує деякі вищі рослини, і наявністю багатоклітинних статевих органів. Талом харальних має вигляд прямостоячих розгалужених кушків, з верхівковим ростом і членисто-кільчастою будовою, прикріплених до субстрату безбарвними ризоїдами. Молоді клітини однадерні, пізніше стають багатоядерними. Оболонки інкрустовані вапном.

Хлоропласти численні, дископодібні, схожі за будовою до хлоропластів вищих рослин, несуть пігменти, властиві всім зеленим водоростям: хлорофіл *a* та *b*, каротин, ксантофіл.

Продукт асиміляції – крохмаль. Розмножуються харальні водорості вегетативним (фрагментацією слані, бульбочками на ризоїдах) та статевим способом. Статевий процес – оогамія. Статеві органи складно збудовані, багатоклітинні. Трапляються однодомні і дводомні види. Ооспора після періоду спокою проростає у нову гаплідну рослину. Харальні утворюють зарості на піщаних ґрунтах водойм з чистою, насиченою розчинними солями кальцію водою. Найбільш поширені роди Хара і Нітела.

### Завдання

1. На прикладі вольвоксу – *Volvox globator* вивчити будову та розмноження колоніальних вольвоксових. **Замалювати** загальний вигляд колонії вольвоксу, на малюнках позначити: 1) загальний вигляд колонії; 2) дочірні колонії; 3) джгутики; 4) вегетативні клітини; 5) партеногонідії; 6) оогонії; 7) антеридії.

2. На прикладі кладофори – *Cladophora* вивчити особливості будови представників порядку Сифонокладальні. **Замалювати** частину слані кладофори при малому та великому збільшеннях мікроскопа і на малюнках позначити: 1) загальний вигляд талома кладофори; 2) клітинну оболонку; 3) цитоплазму; сітчастий хлоропласт; 5) піреноїди; 6) численні ядра.

3. На прикладі спірогіри – *Spirogyra* вивчити особливості будови кон'югат з порядку Зигнематальні. **Замалювати** частину талома спірогіри, а також процес кон'югації і на малюнках позначити: 1) загальний вигляд талома спірогіри; 2) оболонку клітини; 3) хлоропласт; 4) ядро; 5) цитоплазматичні тяжі; піреноїди; 7) вакуолу; 8) драбинчасту кон'югацію спірогіри; зиготу; 11) копуляційний канал.

4. Вивчити будову і розмноження харових водоростей на прикладі хари ламкої – *Chara fragilis*. **Замалювати** зовнішній вигляд талома і будову статевих органів. На малюнку показати: 1) розгалужену слань хари; ризоїди; 3) бульбочки на ризоїдах; 4) вузли; 5) меживузля; 6) головну вісь (“стебло”); 7) бічні гілочки (“листки”); осьову клітину меживузля; 9) корові клітини меживузля; антеридій; 11) щиток; 12) рукоятку; 13) сперматогенні нитки; 14) оогоній; 15) кору оогонія; 16) коронку.

### Методичні поради

**До завдання 1.** Виготовити препарат вольвоксу або скористатись готовим мікропрепаратом. Розшукати колонію вольвоксу неозброєним оком, а потім розглянути при малому збільшенні мікроскопа.

Колонія кулястої форми, 0,5-2 мм діаметром, складена з великої

кількості клітин монадної структури, подібних до хламідомонади, розміщених по периферії кулі в один шар. Джгутики всіх клітин спрямовані назовні. Клітини з'єднані між собою плазмодесмами і зрослими ослизненими бічними стінками. У вольвокса як найбільш високоорганізованого представника порядку спостерігається диференціація клітин. Переважну більшість складають вегетативні клітини, функція яких – фототрофне живлення і рух. Репродуктивні клітини формуються в задньому (відносно напрямку руху) кінці колонії і бувають різних типів: 1) *партеногонідії* (кількість їх 8-16), поділ яких веде до утворення дочірніх колоній. Забезпечують вегетативне розмноження вольвоксу; 2) 5-15 клітин перетворюються на антеридії, де формується пластинка з 32-64 дводжгутикових *антерозоїдів* (*сперматозоїдів*); 3) близько 30 клітин дають початок оогоніям, які містять по одній яйцеклітині. Трапляються однодомні і дводомні види вольвоксу.

**До завдання 2.** На живому або фіксованому матеріалі розглянути неозброєним оком талом кладофори, що має вигляд галузистих жорстких на дотик кущиків чи дернинок брудно-зеленого кольору, якими обростають підводні предмети. У зрілому стані кущики кладофори можуть відриватися і утворювати вільноплаваючі скупчення, деколи довгі (1 м і більше) темнозелені "коси".

Відокремити препарувальною голкою невелику частину талом кладофори, виготовити препарат і розглянути його при малому, а потім великому збільшенні мікроскопа. Клітини (сегменти) циліндричні, витягнуті, з товстою целюлозною оболонкою, що ніколи не ослизнюється. Хлоропласт пристінний, сітчастий, світло-зеленого забарвлення, з багатьма піреноїдами. Численні ядра помітні лише на забарвлених ацетокарміном препаратах. Зооспори утворюються в кінцевих сегментах, що набувають при цьому темно-зеленого кольору. Старі клітини заповнюються крохмалем, і будову їх розглянути неможливо. Бічні відгалуження завжди відходять від клиноподібного розширення верхньої частини сегмента. Бічна гілка виникає як виріст (брунька) сегмента і пізніше відокремлюється від останнього перегородкою.

**До завдання 3.** Відпрепарувати голкою кілька ниток живої або фіксованої спірогіри, покласти в краплину води на предметному скельці і виготовити мікропрепарат. Розглянути при малому, а потім при великому збільшенні мікроскопа. Нитки спірогіри складаються з видовжених циліндричних клітин з товстою ослизненою оболонкою, розташованих в один ряд. Хлоропласти стрічкоподібні, спірально закручені, надрізані по краях, з численними піреноїдами у вигляді світлих округлих тілець. У центральній частині клітини знаходиться одна велика вакуоля, посеред якої на цитоплазматичних тяжках підвішене ядро з добре помітним ядерцем. Спірогіра розмножується вегетативно (фрагментами талом) і кон'югацією. Статевий процес протікає восени, а навесні зигота проростає одним проростком.

**До завдання 4.** Розглянути неозброєним оком талом хари, знайти ризоїди з бульбочками і зелену верхню частину рослини, розчленовану на

стеблоподібну вісь і розташовані кільцями короткі бічні її відгалуження ("листки"). В клітинних оболонках хари відкладається вапно, завдяки чому рослина жорстка на дотик. Його слід видалити 1% розчином соляної кислоти і добре промити водою. Оболонки клітин стають прозорими, і об'єкт можна досліджувати під мікроскопом. Виготовити мікропрепарат хари і розглянути при малому збільшенні мікроскопа. "Стебло" хари поділяється на вузли, від яких кільцями відходять "листки", і меживузля. Вузол складений кількома невеликими округлими клітинами. Меживузля являє собою одну видовжену циліндричну безбарвну клітину, вкриту коровими клітинами. Останні, відходячи від нижнього вузла, вкривають меживузля до половини; друга його половина оточена коровими клітинами, що починаються від верхнього вузла. Вони з'єднуються посередині меживузля.

"Листки" побудовані за типом "стебла", теж з вузлами і меживузлями. Від вузлів на "листках" відходять численні одноклітинні "листочки". В пазусі кожного з "листіків" може розвиватися бічне "стебло".

При великому збільшенні в клітинах хари помітні численні зернисті хлоропласти, розміщені в пристінному шарі цитоплазми.

Оогонії хари сидять на коротких одноклітинних ніжках у пазухах "листочків", на "листяних" вузлах; антеридії – під ними в однодомних видів, а у дводомних – на інших рослинах. Дозрілі оогонії мають овальну форму, зовні вкриті спіралью закрученими коровими клітинами, що на верхівці утворюють корону з 5 маленьких клітин. Після запліднення оогоній набуває темно-коричневого кольору. Антеридії кулясті, спочатку зелені, дозрілі - оранжево-червоного забарвлення, вкриті зовні плоскими щитками, що зростаються бічними сторонами і утворюють його оболонку.

Натиснути обережно голкою на накривне скельце. Щитки при цьому відокремлюються, і можна розглянути їх будову. Форма щитка трикутна або чотирикутна, краї зазубрені; на зовнішній поверхні кріпиться циліндрична рукоятка, що закінчується одноклітинними голівками. Від останніх беруть початок багатоклітинні сперматогенні нитки; кожна клітина нитки формує один сперматозоїд, закручений спіралью. Всі частини дозрілого антеридія містять пігмент каротин.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 11

**Тема: Відділ Оомікота – *Oomycota*. Відділ Зигомікота – *Zygomycota***

Клас Ооміцети – *Oomycetes*

Порядок Сапролегнієві – *Saprolegniales*

Порядок Пероноспоріві – *Peronosporales*

Клас Зигоміцети – *Zygomycetes*

Порядок Мукорові – *Mucorales*

**Мета:** показати риси більш примітивної організації ооміцетів як представників нижчих грибів; з'ясувати примітивні та просунені ознаки зигоміцетів як проміжного класу між нижчими і вищими грибами.

**Об'єкти вивчення:** сапролегнія, фітофтора, плазмодара, *Rhizopus stolonifera*, біла цвіль – мукор – *Mucor* (живий або фіксований матеріал, мікропрепарати, гербарні зразки вражених рослин).

### Контрольні питання

1. Якої речовини немає в клітинній оболонці ооміцетів?
2. Яку будову мають джгутики ооміцетів?
3. Як називається захворювання рослин, спричинене плазмопарою?
4. Як відбувається безстатеве розмноження ооміцетів?
5. Які порядки включає клас ооміцети?
6. Які ооміцети можуть паразитувати на тілі риб?
7. Звідки було завезено в Європу фітофтору?
8. Яку будову має міцелій ооміцетів?
9. Як називається статевий процес у зигоміцетів?
10. Яку будову має міцелій мукорових грибів?
11. До якого порядку зигоміцетів належать гриби, що паразитують на тілі комах?
12. У якого представника класу зигоміцети спорангії силою відкидаються на значну відстань?
13. Які спори безстатевого розмноження ніколи не утворюються у зигоміцетів?

### Завдання

1. Проаналізуйте схему життєвого циклу сапролегнії – *Saprolegnia parasitica* та опишіть особливості будови її міцелію і органів розмноження

2. Розгляньте живий матеріал або гербарні зразки листків винограду, вражені плазмопарою – *Plasmopara viticola*. На листках видно жовто-бурі маслянисті плями, а з нижнього боку утворюються пучки спорангієносців у вигляді білого нальоту. Внесіть їх у краплину води і розгляньте при великому збільшенні. Опишіть будову спорангієносців плазмопари, вкажіть особливості їх будови та галуження.

3. Розгляньте схему життєвого циклу фітофтори – *Phytophthora infestans*. Опишіть стадії життєвого циклу гриба. Неозброєним оком розгляньте живі уражені фітофторою наземні частини картоплі або їхні гербарні зразки. Як проявляється зараження фітофторою на зовнішньому вигляді пагонів картоплі? Скальпелем або лезом зніміть з листків невелику кількість білого пушку, покладіть в краплину води і розгляньте при великому збільшенні мікроскопа. Опишіть будову спорангієносців та спорангіїв у фітофтори. Розріжте вражені фітофторою бульби картоплі і розгляньте їх. Зробіть тоненький зріз уражених бульб і розгляньте їх при великому збільшенні мікроскопа. Опишіть, чим відрізняються здорові бульби картоплі від уражених фітофторою.

4. Розгляньте неозброєним оком білу цвіль гриба мукора – *Mucor mucedo*, яка оселилася на зволоженому хлібі, варенні, овочах тощо. Зніміть препарувальною голкою невеликий шматочок мукора. Помістіть його на сухе предметне скло і розгляньте при малому збільшенні мікроскопа. Нанесіть на препарат краплину води, накрійте накривним скельцем і розгляньте при великому збільшенні мікроскопа. Опишіть будову гіфів міцелію мукора та спор.

5. Опишіть будову міцелію гриба ризопуса – *Rhizopus stolonifera* та зигоспори.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 12

### Тема: Відділ Аскомікоти, або Сумчасті – *Ascomycota*

Клас Клас Сахароміцети – *Saccharomycetes*

Порядок Сахароміцетальні – *Saccharomycetales*

Клас Тафриноміцети – *Taphrinomycetes*

Порядок Тафринальні – *Taphrinales*

Клас Аскоміцети, або справжні сумчасті – *Ascomycetes*

Порядок Еризифальні – *Erysiphales*

Порядок Клавіцепсові – *Clavicipitales*

Порядок Пецицієві – *Pezizales*

**Мета:** вивчивши особливості будови і способи розмноження окремих представників відділу Аскомікотові гриби, показати пристосувальні ознаки їх у зв'язку з паразитизмом; вивчити будову плодових тіл та способи розмноження, показати, що пецицієві є найвищим етапом в еволюції аскоміцетів.

**Об'єкти вивчення:** цукрові дріжджі (живий або фіксований матеріал, мікропрепарати) гілочки сливи, персиків тощо, уражених тафриною. сферотека агурсова, мікросфера дубова, ріжки жита (гербарні зразки уражених рослин, живий або фіксований матеріал, мікропрепарати); зморшок та строчок (живий, фіксований матеріал, мікропрепарати гіменіального шару).

### Контрольні питання

1. Як здійснюється вегетативне розмноження дріжджів?
2. Які особливості життєвого циклу тафринових грибів?
3. Який статевий процес властивий тафриновим грибам? Як утворюються аски у тафринових грибів?
4. Назвіть найбільш поширені паразити судинних рослин серед тафринових грибів.
5. Охарактеризуйте життєвий цикл тафрини сливової – *Taphrina pruni*.
6. Який тип тіл характерний для порядку еризифові?
7. Яка кількість сумок міститься в клейстотеції сферотеки?
8. Який міцелій у еризифових грибів і як він переважно розташований?
9. Як відбувається безстатеве розмноження у еризифових грибів?
10. Який тип плодових тіл характерний для порядку клавіцепсові?
11. Що являють собою склеротеції клавіцепса пурпурового і яке їх призначення?
12. До якого порядку належить строчок?
13. Що таке "гіменіальний шар" і з чого він складається?
14. Чим відрізняється плодове тіло строчка істинного від плодового тіла зморшка істинного? Яким способом переважно розмножуються пецицієві гриби?

### Інформаційний матеріал

Аскомікоти, або сумчасті гриби – великий відділ грибів, різноманітних за будовою і способом життя. Основна ознака аскомікотових грибів – формування в результаті статевого процесу сумок, або асків – замкнених одноклітинних структур, які містять певну кількість аскоспор, найчастіше

вісім. Живлення виключно осмотрфне. Вегетативне тіло у більшості аскоміцетів – це розгалужений гаплоїдний, септований міцелій, з одним або багатьма ядрами в клітинах. У деяких аскомікотових (дріжджі) справжнього міцелію немає, а вегетативне тіло представлене поодинокими брунькуючими клітинами. Окремі гіфи міцелію можуть бути видозмінені в апресорії (органи прикріплення міцелію), гаусторії (гіфи, що здатні проникати всередину клітини господаря і абсорбувати поживні речовини), перфоруючі гіфи (багатоклітинні утвори, що виконують функцію прикріплення до субстрату, проникнення в нього та поглинання речовин). Видозмінюватись може і міцелій на склероції (щільні переплетення гіф, у стані яких гриб переносить несприятливі умови), строми (щільні переплетення гіф, які захищають органи розмноження), плодові тіла (утворені плектенхімою). Клітини вкриті оболонками переважно з хітину та глюкану, а у сахароміцетів – манану та глюкану. Оболонки аскомікотових двошарові: зовнішній шар тонкий, електронно-щільний, внутрішній – товстий та електронно-прозорий. Септи між клітинами можуть бути простими, мікропоровими або доліпоровими з простими пробками. Джгутикові стадії повністю відсутні. Безстатеве розмноження здійснюється за допомогою конідій. Статевий процес – гаметангіогамія, у деяких соматогамія, при якій копулюють або звичайні вегетативні гіфи, або аскоспори. Внаслідок статевого процесу утворюються сумки (аски) з (2) 4–8 сумкоспорами (аскоспорами). В одних видів сумчастих грибів сумки утворюються на поверхні міцелію, в інших – у плодових тілах трьох типів: закриті кулястої форми (клеїстотеції), напіввідкриті, найчастіше глечикоподібні (перитеції) і відкриті, найчастіше чашоподібні (апотеції). На верхньому боці апотеціїв розміщений так званий гіменіальний шар, який утворений суцільним шаром сумок і парафіз.

Життєві цикли різноманітні: гаплодиплофазний без утворення дикаріонтичного покоління (властивий сахароміцетам); гаплофазний з партеногенетичним утворенням псевдодикаріонтичного покоління (властивий тафриновим грибам); гаплофазний з чергуванням гаплоїдного та дикаріонтичного покоління (для більшості аскомікотових грибів). Представники порядку еризифальні, або справжні борошнисторосяні – *Erysiphales* – obligatні паразити вищих рослин, які утворюють білий, пізніше сіріючий міцелій на поверхні вражених органів рослин, спричиняючи хворобу – борошнисту росу. Навесні і влітку гриб утворює конідіальні спороношення, а восени – сумчасте. Плодові тіла – клеїстотеції, часто з різними виростами міцелію – придатками. Сумки в клеїстотеціях розташовані паралельним пучком або шаром і активно звільнюються під дією тургорного тиску.

Порядок гіпокреальні – *Hypocreales* характеризується плодовими тілами перитеціями, які розвиваються в добре розвинених стромах. Строми м'ясисті, мають різноманітне забарвлення і форму, диференційовані на ніжку і головку, яка несе перитеції. Сумки досить довгі, циліндричні, з потовщеною на верхівці оболонкою. Аскоспори ниткоподібні, з численними поперечними перетинками. Аскоспори після

звільнення часто розпадаються на окремі клітини, які проростають у міцелій. У циклі розвитку родини клавіцепсових характерне чергування міцеліальної та склероціальної стадій, конідіального та сумчастого спороношень.

Клас Пециціоміцети – *Pezizomycetes* характеризуються відкритими тілами–апотеціями, найчастіше блюдцеподібної форми. На поверхні плодового тіла аски утворюють гіменіальний шар, до складу якого входять також парафізи. Аскоспори звільняються активно, лише у трюфельних – після загнивання плодових тіл. У циклі розвитку зменшується роль конідіального спороношення, у трюфельних воно повністю зникає.

У представників порядку пецицієві – *Pezizales* плодове тіло – апотеція типової будови (блюдцеподібні), рідше апотеції несуть гіменій на лопатевій або складчастій шапинці, яка розміщується на стерильній ніжці. Сумки циліндричної форми відкриваються зверху кришечкою. Конідіальне спороношення трапляється дуже рідко. Пецицієві розмножуються в основному за допомогою сумчастого спороношення. Вони належать переважно до грибів–сапрофітів.

### Завдання

1. На прикладі цукрових дріжджів – *Sacharomyces cerevisiae* вивчіть особливості будови та розмноження грибів порядку *Saccharomycetales*. Помістіть шматочок свіжих або висушених дріжджів у підсолоджену рідину, поставте її в тепле місце на 1–2 години. Краплину рідини нанесіть на предметне скло, накрійте накривним скельцем і розгляньте при великому збільшенні мікроскопа. На препараті добре видно поодинокі овальні клітини і клітини, з'єднані в прості або гіллясті ланцюги. При збільшенні мікроскопа в 600 разів (15 x 40) можна помітити зернятка запасного глікогену. Розгляньте препарат і знайдіть клітини у стані брунькування. Замалюйте будову клітини дріжджів та процес брунькування в них. На малюнку позначте: окрему клітину; вакуолю; цитоплазму; зерна запасуючого глікогену; брунькування; ланцюжок клітин.

2. Розгляньте запропоновані гербарні зразки пагонів персика, вишні та сливи та визначіть, якими видами з роду тафрина – *Taphrina* вони уражені. Опишіть поперечний зріз через уражений плід сливи.

3. На прикладі сферотеки агрусової – *Sphaerotheca mors-uvae* вивчіть особливості будови плодових тіл та розмноження грибів з порядку еризифальні. Розгляньте живі або фіксовані гілки або ягоди агрусу, вражені сферотекою. Гриб має вигляд павутинистих білувато-сірих, а пізніше – буруватих плям. Скальпелем або лезом зніміть частину міцелію з конідіальним спороношенням і виготуйте з нього тимчасовий мікропрепарат. Зніміть невелику кількість буруватого міцелію з клейстотеціями і виготуйте з них мікропрепарат. Натисніть препарувальною голкою на накривне скельце і зруйнують клейстотеції, які містять по одній широкоеліпсоподібній сумці з овальними аскоспорами. Опишіть будову конідієносіців, конідій та плодових тіл сферотеки



агрусової.

4. Розгляньте листки дуба, уражені мікросферою дубовою – *Microsphaera alphitoides*. Опишіть зовнішній вигляд листків дуба, уражених грибом. Зніміть голкою або лезом клейстотеції з листків і розгляньте їх під мікроскопом. Яка їх будова? Натисніть на накривне скельце і роздав'ть клейстотеції. Скільки сумок і яка форма сумкоспор у мікросфери дубової. Замалуйте конідіальне і сумчасте спороношення у мікросфери дубової. На малюнках позначте: конідіальне спороношення; конідіеносець; конідії; клейстотеції; придатки; сумки із спорами.

5. На прикладі ріжок пурпурових – *Claviceps purpurea* вивчити особливості будови плодових тіл та цикл розвитку паразитичних представників порядку клавіцепсових з плодовими тілами – перитеціями. Клавіцепс пурпуровий вражає культурні і дикорослі злаки, особливо жито. Розгляньте колоски жита із склероціями фіолетово-червоного забарвлення. Якщо розрізати розмочений склероцій, можна побачити, що він являє собою тісно сплетені гіфи гриба. Замалуйте колосок жита з склероціями.

6. На прикладі зморшка їстівного – *Morchella esculenta* та строчка їстівного – *Gyromytra esculenta* вивчіть особливості будови плодових тіл та способів розмноження пецицієвих грибів. Позначте: а – загальний вигляд плодового тіла зморшка і строчка; б – шапину; в – ніжку; г – гіменіальний шар; д – сумки зі спорами; е – парафізи.

На живому або фіксованому матеріалі розгляньте загальний вигляд зморшка або строчка. Порівняйте та опишіть їх зовнішній вигляд. Відділіть препарувальною голкою невеликий шматочок гіменіального шару і розітріть його між двома предметними скельцями в краплині води. Приготуйте з розтертої маси мікропрепарат і розгляньте його при великому збільшенні мікроскопа. На препараті видно сумки з 8 аскоспорами, які розташовані щільним шаром і безплідні нитки – парафізи, які відділяють одну сумку від іншої.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 13

### Тема: Відділ Базидіомікота – *Basidiomycota*

Клас Базидіоміцети – *Basidiomycetes*

Підклас Гомобазидіоміцети – *Homobasidiomycetidae*

Порядок Трутовикові – *Polyporales*

Порядок Болетальні – *Boletales*

Порядок Агарикальні – *Agaricales*

Клас Устоміцети – *Ustomycetes*

Порядок Устилягінальні, або Сажкові гриби – *Ustilaginales*

Клас Теліоміцети – *Teliomycetes*

Порядок Урединальні, або Іржасті гриби – *Uredinales*

**Мета:** Показати ознаки вищої організації базидіоміцетів порівняно із сумчастими. Знайти спільні та відмінні ознаки цих двох класів грибів. Показати особливості будови і розмноження сажкових та іржастих грибів як високу спеціалізацію базидіомікотових у зв'язку з паразитичним способом життя.

**Об'єкти вивчення:** трутовик справжній, печериця, маслюк або білий гриб (живі або зафіксовані плодові тіла). лінійна іржа злаків (уражені листки барбарису, листки і стебла злаків з уредоспорами і телейтоспорами, постійні мікропрепарати); порошиста сажка вівса (пшениці, ячменю), тверда сажка пшениці, пухирчаста сажка кукурудзи (гебарні зразки вражених рослин, постійні мікропрепарати хламідіоспор).

### **Контрольні питання**

1. Назвіть несправжню тканину грибів.
2. Як називається симбіоз гриба і кореня вищих рослин?
3. Як називається спороносний шар шапкових грибів?
4. Назвіть шапкові гриби з трубчастим гіменофором.
5. Назвіть найбільш поширені отруйні шапкові гриби.
6. У якого гриба утворюються міцеліальні тяжі?
7. Як називається безплідний шар плодового тіла шапкових грибів?
8. Як називаються спори лінійної іржі, що розвиваються на нижньому боці листка барбарису?
9. Як називаються літні спори лінійної іржі?
10. Як називаються спори, які утворюються при проростанні телейтоспор?
11. Як називаються спори вегетативного походження у сажкових грибів?
12. Яку назву мають гриби, в циклі розвитку яких є проміжний господар?
13. Які типи спор розвиваються на гаплоїдному міцелії проміжного господаря? Скільки типів спороношення змінюється у повноциклових іржастих грибів?

### **Інформаційний матеріал**

Базидіомікотові гриби представляють практично усі екологічні групи: сапротрофи, паразити, мікоризоутворюючі та дереворуйнуючі гриби тощо. Вегетативне тіло представлене коротко існуючим гаплоїдним та довго існуючим дикаріонтичним міцелієм. Міцелій, що розвивається із спор статевого спороношення – базидіоспор – гаплоїдний і часто утворений клітинами, що здатні до брунькування. Плодові тіла утворені виключно гіфами дикаріонтичного міцелію. Їх клітини вкриті оболонками з хітину та глюкану, багатшарові. Септи між клітинами прості або доліпорові з відкритою порою, прості з порою. Джгутикові стадії повністю відсутні. Розмножуються за допомогою спор статевого спороношення – базидіоспор, відсутні диференційовані статеві органи. Статевий процес – соматогамія, яка відбувається шляхом злиття двох вегетативних клітин гаплоїдного міцелію, або двох базидіоспор, або продуктів їх брунькування. Життєвий цикл гаплофазний, із зиготичною редукцією та гетероморфною зміною поколінь – гаплоїдного та дикаріонтичного міцеліїв, причому дикаріонтична фаза є переважаючою.

Характерними особливостями Агарикомікотових є добре розвинений багатоклітинний міцелій і статеве спороношення – базидіоспори. Базидіоспори мають екзогенне походження і утворюються на особливих виростах – базидіях, які формуються з двоядерних клітин. У циклі розвитку Агарикомікотових відбувається зміна різних видів міцелію.

Первинний міцелій одноядерний, короткочасний і на зміну йому утворюється вторинний дикаріонтичний довготривалий міцелій. У Агарикомікозових немає спеціальних статевих органів. Статевий процес полягає у злитті вмісту двох вегетативних одноядерних клітин первинного гаплоїдного міцелію, при цьому зливаються лише цитоплазми, а ядра зближуються, утворюючи дикаріони. Базидії бувають трьох типів: холобазидія – це одноклітинна циліндрична або булавоподібна; гетербазидія – складна базидія, яка складається з двох частин: нижньої розширеної – гіпобазидії і верхньої – епібазидії; та фрагмобазидія, або теліобазидія, яка поділена поперечними перетинками на чотири клітини, які несуть на собі чотири базидіоспори екзогенного походження. У більшості базидіомікозових базидії розвиваються у вигляді гіменію на плодових тілах або всередині їх. Поверхню плодового тіла, яка несе гіменій, називають гіменофором.

Клас Агарикомікозові – *Agaricomycetes* характеризується добре вираженим гіменіальним шаром, який лежить відкрито на поверхні плодового тіла або на його виростах. У нижчих представників гіменофор гладенький, у вищих – складчастий, пластинчастий або трубчастий. Плодові тіла гіменоміцетів добре розвинені, у представників порядку поліпоральні, або трутовикові – *Polyporales* вони частіше тверді, шкірясті, здерев'янілі або зкорковілі, переважно з трубчастим гіменофором, часто багаторічні з добре вираженими річними приростами, порядку Болетальні – *Boletales* з переважно трубчастим гіменофором. У представників порядку агарикальні *Agaricales* вони м'яситі, соковиті, з переважно пластинчастим, рідше трубчастим гіменофором, однорічні. Серед Агарикомікозових трапляються як гриби сапрофіти, так і паразити, є також мікоризні.

Сажкові та іржасті гриби характеризуються чотириклітинними базидіями. Сажкові – це паразитичні гриби вищих рослин, особливо злакових. Основним способом розмноження цих грибів є хламідіоспори, які утворюються при розпаданні міцелію на окремі темного кольору клітини. В молодому віці хламідіоспори двоядерні, згодом ядра зливаються і вони стають диплоїдними. Міцелій гриба розташований в тканинах рослини-хазяїна дифузно й утворює спори переважно в генеративних органах. Зараження рослини сажковими грибами відбувається лише дикаріотичним міцелієм, який утворюється внаслідок копуляції базидіоспор, клітин-бруньок або клітин-базидій. За способом зараження сажкові гриби поділяються на групи, у яких: зараження рослин відбувається під час проростання насіння; зараження відбувається під час цвітіння злаків; зараження може відбуватися в будь-який час, вражаються молоді ростучі органи рослини.

Іржасті гриби *Pucciniales* – це облигатні паразити, які спричиняють локальне ураження того або іншого органа. Для них характерне правильне чергування різних типів спороношення. Переважна більшість представників мають п'ять типів спороношення (пікноспори, ецидіоспори, уредоспори, телейтоспори і базидіоспори) і називаються повноцикловими, на відміну від неповноциклових, у яких випадають один або більше типів

спороношення. Весь цикл розвитку грибів може проходити на одній рослині (це одногосподарні гриби) або ж на двох, тобто вони мають проміжного господаря (різногосподарні гриби).

### Завдання

1. На прикладі трутовика справжнього – *Fomes fomentarius* вивчіть особливості будови та розмноження гіменоміцетів з багаторічними дерев'янистими плодовими тілами порядку *Polyporales*.

Розгляньте багаторічні здерев'янілі плодові тіла трутовика справжнього – *Fomes fomentarius* та дайте відповіді на запитання. Який має вигляд здерев'яніле плодове тіло трутовика справжнього? Де він оселяється? Як він живиться? Як визначити вік трутовика? Який тип гіменофору і де він розташовується? Із плодових тіл, зібраних пізно восени, витрусіть на шматок білого паперу спори і розгляньте їх під лупою або під мікроскопом. Який їх зовнішній вигляд? **Замалюйте** багаторічне плодове тіло трутовика. Який вік трутовика? Який тип гіменофора? Яка будова гіменію?

2. Вивчити особливості будови та розмноження представників порядку агарикальні – *Agaricales* з однорічними м'ясистими плодовими тілами з пластинчастим гіменофором.

Розгляньте фіксовані або живі плодові тіла печериці. Зробіть скальпелем або лезом кілька тоненьких поперечних розрізів шапки і розгляньте їх під мікроскопом або скористайтесь готовими мікропрепаратами. При малому збільшенні мікроскопа гіменофор має вигляд гребінця. При великому збільшенні по краю пластинок видно численні базидії з двома базидіоспорами і булавоподібні псевдопарафізи. Замалюйте: будову плодового тіла і гіменіального шару печериці двоспорової – *Agaricus bitorquis*. На малюнках позначити: міцелій; плодове тіло; шапку; ніжку; пластинчастий гіменофор; поперечний розріз шапки; плектенхіму; базидії зі спорами; псевдопарафізи.

3. Вивчити особливості будови та розмноження порядку агарикальні – *Agaricales* з однорічними м'ясистими плодовими тілами з трубчастим гіменофором. Розгляньте живі або фіксовані плодові тіла білого гриба або масляка та **замалюйте** будову тіла. Порівняйте їх із плодовими тілами печериці або іншого гриба з пластинчастим гіменофором. Розріжте шапку гриба вздовж і розгляньте на нижньому боці її трубчастий гіменофор. Він має таку саму будову, як і у трутовика.

4. На прикладі борошнистої сажки вівса – *Ustilago avenae* та пухирчастої сажки кукурудзи – *Ustilago maydis* вивчіть особливості будови та цикл розмноження сажкових грибів. На живому матеріалі або гербарних зразках розгляньте волоті вівса, уражені борошнистою сажкою. З ураженої волоті струсіть у краплину води невеличку кількість спор і розгляньте їх при великому збільшенні мікроскопа. На препараті помітно окремі членики, на які розкладаються гіфи, і навколо них численні хламідіоспори з двоконтурною оболонкою. **Замалюйте:** початок кукурудзи, уражений сажкою.

5. На прикладі лінійної іржі злаків – *Puccinia graminis* вивчити особливості будови іржастих грибів.

Неозброєним оком розгляньте листки барбарису, уражені лінійною іржею, на нижньому боці ви помітите оранжево-жовті плями. При малому збільшенні мікроскопа ці плями являють собою витягнуті або глечикоподібні ецидії, з верхнього боку листка барбарису помітно групи пікнід. Для ознайомлення з мікроскопічною будовою ецидій і пікнід розгляньте готові препарати або зробіть зрізи самостійно, затиснувши шматочок листка в серцевину бузини. На поперечному розрізі листка при великому збільшенні мікроскопа видно глечикоподібні порожнини з радіально розташованими короткими конідієносцями, які відчленяють масу дрібних кулястих одноядерних пікноспор. Крізь отвір пікніди висувається чубок із прямих загострених коротких гіф, які називаються парафізами. З нижнього боку листка видно більші за розміром ецидії у вигляді широко відкритих урнчок з відігнутими краями. На дні ецидії розташовані густо сплетені гіфи, від яких відходять розташовані щільним шаром довгасто-циліндричні базальні клітини. Вони відчленовують у базіпетальному напрямку довгі ланцюжки двоядерних ецидіоспор. Вони округлі, дрібні, випадають із ецидії у вигляді сухого порошку і розносяться вітром. Щоб розвиватися далі, ецидіоспори повинні потрапити на листки або стебла злаків. На злаках вони проростають гіфами, які проходять крізь продихи в мезофіл листка і розростаються в дикаріофітний міцелій, а на ньому формуються уредоспори.

Розгляньте соломинки з листками пшениці з уредо- і телейтоспорами. На листках або стеблах пшениці, зібраних улітку, виділяються жовті довгасті плями – пустули з уредоспорами. Зішкребіть лезом або голкою частину їх у краплину води на предметне скло і приготуйте препарат. При великому збільшенні мікроскопа видно довгасті або овальні одноклітинні уредоспори з безбарвною шипуватою оболонкою. Уредоспори сидять на довгих тоненьких ніжках, але на препараті вони без ніжок, бо ті легко відламуються під час зішкрібання спор.

На листах або стеблах пшениці, зібраних перед жнивими, видно довгасті чорні плями – пустули з телейтоспорами. Приготуйте препарат так само, як і з уредоспор, або розгляньте готові мікропрепарати. При великому збільшенні мікроскопа видно двоклітинні телейтоспори, де клітини розташовані одна над одною. Оболонки клітин товсті, темно-бурі, міцно сидять на ніжках. У дозрілих телейтоспорах можна розглянути одне велике диплоїдне ядро, а в молодих – дикаріони. Телейтоспори зимують і проростають навесні, утворюючи базидіоспори, які для свого подальшого розвитку мусять потрапити на листки барбарису.

#### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 14

**Тема:** Відділ Аскомікотові – *Ascomycota*

Клас Леканороміцети, або Лишайники, або ліхенізовані гриби – *Lecanoromycetes*, або *Lichenes*

Порядок Остропальні – *Ostropales*

Порядок Леканорові – *Lecanorales*

Порядок Телосхістальні – *Teloschistales*

Порядок Остропальні – *Ostropales*

**Мета:** показати, що Лекарономіцети є комплексними організмами, які характеризуються особливими морфологічними формами та фізіолого-біохімічними процесами.

**Об'єкти вивчення:** графіс написаний, евернія, ксанторія, кладонія (гербарні зразки або жива колекція, готові та тимчасові мікропрепарати).

### **Контрольні питання**

1. Як називається шар гетеромерної слані, де зосереджені водорості?
2. Назвіть листуваті лишайники.
3. Як здійснюється вегетативне розмноження Лекарономіцетів?
4. Особливості внутрішньої будови слані Лекарономіцетів?
5. Фікобіонт та мікобіот Лекарономіцетів: видовий склад, особливості будови.

### **Інформаційний матеріал**

Клас *Lecanoromycetes* – Лекарономіцети (Лишайники) – симбіотичні організми, до складу яких входять гриби (мікобіонти) і водорості (фікобіонти) з домінуванням гриба. Більшість грибів належать до сумчастих грибів (дискоміцетів або піреноміцетів), рідше, у тропічних і субтропічних видів, до базидіомікозових. Водорості лишайників належать до зелених, синьо-зелених і дуже рідко до жовто-зелених.

У лишайників оболонки гіф сильно потовщуються, що надає їм міцності. У них є також специфічні утворення, які називаються жировими клітинами, або жировими гіфами. Крім того, у лишайників утворюються особливі шукаючі й охоплюючі гіфи гриба, а також рухаючі гіфи, які виникають в альгальній зоні і переносять клітини водоростей в частини талома, які ростуть.

За зовнішнім виглядом слані лишайники поділяють на 3 групи: накипні (коркові), листуваті і кущові. Анатомічна будова лишайників досить проста: зверху і знизу слань оточує щільний корковий шар із тісно сплених гіф гриба – плектенхіми, а між ними розташовані гіфи гриба з водоростями. Якщо гриб і водорість розташовані в товщі слані рівномірно, слань має гомеомерний тип будови, якщо ж нерівномірно – гетеромерний. Той шар, що містить водорість, називається гонідіальним (альгальним), а без неї – серцевинним.

Розмножуються лишайники переважно вегетативно – частинами талома, при цьому відбувається явище регенерації; в інших випадках вегетативне розмноження здійснюється спеціалізованими утворами – соредіями та ізидіями. Соредії – це дрібні пилоподібні грудочки з кількох клітин водорості, обплетених гіфами гриба. Ізидії – це вирости талома, які містять обидва компоненти лишайника. У деяких лишайників на таломі часто утворюються апотеції у формі дисків, блюдець або опуклих подушечок. В апотеціях розвиваються сумки зі спорами, які переносяться вітром і проростають у міцелій. За наявності поруч відповідної водорості утворюється новий лишайник.

### Завдання

1. Розглянути запропоновану колекцію Лекарономіцетів. Вивчити особливості зовнішньої та внутрішньої будови лишайників на прикладі графіса, або письмового лишайника – *Graphis scripta*, евернії сливової, або дубового лишайника – *Evernia prunasti*, ксанторії стінної – *Xanthoria parietina* і кладонії оленячої – *Cladonia rangiferina*.

Замалювати різні типи слані Лекарономіцетів. На малюнках позначити: накипний лишайник, листуватий лишайник, куцистий лишайник.

2. Розгляньте анатомічну будову слані лишайників. Знайдіть на ньому клітини водоростей, гіфи гриба, соралі, соредії, ізидії, кірковий шар та позначте їх відповідними цифрами.

3. Вивчіть особливості розмноження Лекарономіцетів на прикладі ксанторії – *Xanthoria* та евернії – *Evernia*. Візьміть шматочок талом евернії, розмоченої у воді, затисніть його у бузину і зробіть бритвою кілька зрізів. Із зрізів виготуйте мікропрепарат і розгляньте його при великому збільшенні мікроскопа. На препараті видно, що грудочки складаються із клітин водоростей, обплетених гіфами гриба. Це – соредії. При малому збільшенні мікроскопа добре помітні вирости на поверхні талому – ізидії.

Візьміть шматочок змоченої у воді ксанторії з апотеціями, затисніть її у серцевину бузини і зробіть бритвою кілька поздовжніх розрізів крізь апотеції. Із розрізів виготуйте тимчасовий мікропрепарат і розгляньте його при великому збільшенні мікроскопа. На препараті видно блюдцеподібний виріст із відігнутими краями. На поверхні блюдця видно гіменіальний шар, який складається із сумок і парафіз. Під гіменієм розташований субгіменіальний шар із тісно сплечених гіф. Замалуйте органи статевого розмноження Лекарономіцетів. На малюнках позначте: гіфи гриба, поперечний розріз крізь апотеції, гіменіальний шар, сумки, парафізи, субгіменіальний шар, клітини водорості.

### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 15

#### Тема: Відділ Мохоподібні – *Bryophyta*

Клас Печіночники – *Marchantiopsida*

Підклас Маршанціїди – *Marchantiidae*

Порядок Маршанцієві – *Marchantiales*

Родина Маршанцієві – *Marchantiaceae*

Клас Листостеблеві мохи – *Bryopsida*

Підклас Сфагнові мохи – *Sphagnidae*

Порядок Сфагнові – *Sphagnales*

Родина Сфагнові – *Sphagnaceae*

Підклас Брієві мохи – *Bryidae*

Порядок Політрихові – *Polytrichales*

Родина Політрихові – *Polytrichaceae*

**Мета:** виявити прогресивні і регресивні риси будови і розмноження печіночників та листостеблевих мохів, що виникли як пристосування до наземних умов середовища в ході еволюції

рослинного світу. Визначити місце мохоподібних у системі рослин та показати їхню еволюційну відособленість.

**Об'єкти вивчення:** маршанція мінлива – *Marchantia polymorpha*, зозулин льон – *Polytrichum*, сфагнум – *Sphagnum* (живий, гербаризований або фіксований матеріал; постійні мікропрепарати органів розмноження).

### Контрольні запитання

1. Які риси будови і особливості розмноження свідчать про близькість мохоподібних до водоростей?

2. Чому мохоподібні розглядають як самостійну гілку в еволюції рослин?

3. Яке покоління домінує у циклі розвитку мохоподібних?

4. Які ознаки покладено в основу класифікації мохоподібних?

5. Що утворюється при проростанні спори?

6. Як відбувається вегетативне розмноження *Marchantia polymorpha*? Життєвий цикл *Marchantia polymorpha*.

7. Яке співвідношення дипло- і гаплофази в циклі розвитку печіночників?

8. Які ознаки примітивної будови можна побачити у печіночників?

9. Яку будову має листок сфагнових мохів?

10. Чому сфагнові мохи є основними торфоутворювачами?

11. Порівняти будову спорогона сфагнових мохів і зозулиного льону.

12. Порівняти внутрішню будову каулідія сфагнових і брієвих мохів.

### Завдання

1. На прикладі маршанції мінливої – *Marchantia polymorpha* вивчити особливості будови та розмноження мохоподібних класу Печіночники.

**Замалювати:** чоловічий та жіночий гаметофіти, розрізи антеридіофора і архегоніофора, анатомічну будову слані, спорогон маршанції. На малюнках вказати: дихотомічно розгалужену слань, вивідкові бруньки, ризоїди, жіночу підставку, чоловічу підставку, анатомічну будову слані, продих, асимілятори, верхню епідерму, повітряну камеру, антеридій, архегоній, спорогон, спори з елатерами, гаусторію.

2. На прикладі сфагнуму – *Sphagnum* розглянути особливості будови та розмноження листостеблових мохів з підкласу Сфагніди.

**Замалювати:** зовнішній вигляд гаметофіта сфагнума, анатомічну будову вегетативних органів і органів розмноження, на малюнках вказати: стебло сфагнуму; бічні гілочки; листки; спорогоній; антеридії; архегоній; колонку; кришечку; спорангій; гіалодерму; склеродерму; провідні елементи стебла; гіалінові (водоносні) клітини листка; хлорофілоносні клітини.



3. На прикладі зозулиного льону звичайного – *Polytrichum commune* вивчити особливості будови та розмноження листостеблових мохів підкласу Бріїди.

**Замалювати:** зовнішній вигляд гаметофіта, анатомічну будову стебла і органів розмноження. Скласти схему циклу розвитку зозулиного льону, на малюнках вказати: стебло; листки; ризоїди; антеридій, архегоній; спорогоній; парафізи; апофізу; ніжку; коробочку, кришечку; колонку; епіфрагму; перистон; спорангій; ковпачок; зовнішню кору стебла; внутрішню кору; центральний циліндр.

### Методичні поради

**До завдання 1.** Слань маршанції має вигляд темно-зеленої дихотомічно розгалуженої пластинки з нерівними краями до 10 см завдовжки. В центральній частині помітна жилка, що також має дихотомічне галуження. На верхівці кожного галуження жилки залягає твірна тканина, при поділі клітин якої формуються 2 відгалуження талому. Дорзовентральної будови слань прикріплена до субстрату за допомогою численних безбарвних ризоїдів, простих, що відходять від жилки, і язичкових, з бічними виростами, розміщених по периферії жилки, вкритих лусковидними амфігастріями. Зовнішня поверхня слані несе вивідкові кошечки округлої форми 2-3 мм діаметром – органи вегетативного розмноження маршанції, на дні яких лежать дрібні вивідкові тільця з двома виїмками (жалідії). Поблизу верхівки слані в середині літа утворюються підставки – антеридіофори і архегоніофори. Розвиваються вони на різних екземплярах маршанції; рослина дводомна. Чоловічі підставки мають коротку ніжку, що закінчується широколопатеvim плоским диском. Ніжка архегоніофора (жіночої підставки) довша, закінчується багатопроменевим, подібним до парасольки утвором, на нижній стороні розміщені архегонії.

Зробити поперечний розріз слані маршанції, виготовити мікропрепарат і розглянути при великому збільшенні мікроскопа. Зовні талом вкритий шаром безбарвної епідерми. Під верхньою епідермою розміщені ромбовидної форми порожнини, обмежені з боків перетинками з одного шару безбарвних клітин, а знизу – кількома шарами великих безбарвних клітин, що виконують провідну і запасуючу функції. Від дна порожнини піднімаються вертикально вгору нитковидні чи розгалужені нитки – асимілятори яскраво-зеленого кольору. Сукупність їх утворює асиміляційну тканину. Газообмін у порожнинах здійснюється через продихи, розміщені в центрі кожної порожнини серед клітин верхньої епідерми. Продихи складаються з 16 клітин, розміщених чотирма шарами по чотири клітини у вигляді колодязя. Продихи маршанції не здатні до замикання.

Розглянути при малому збільшенні мікроскопа постійні мікропрепарати антеридіїв і архегоніїв маршанції. На поперечному перерізі крізь широколопатекий диск антеридіофора у верхній його частині видно великі овальні, з'єднані через вузький канал з зовнішнім середовищем антеридіальні камери з антеридіями, заповненими сперматогенними клітинами, з яких формується по два двожгутикових сперматозоїди. Дозрілі сперматозоїди разом із слизом потрапляють через канал на зовнішню поверхню підставки, звідки дощовою водою перемішуються до архегоніофорів. На поперечному перерізі жіночої підставки можна побачити архегонії, що формуються в рихлій тканні з нижнього боку багатопроменевої парасольки. Вони мають колбоподібну форму, утворені одним шаром клітин. Розширена частина архегонія – черевце – несе яйцеклітину; черевце переходить у вузьку шийку, обернену донизу. Кожен архегоній оточений власною обгорткою (періанцієм). Сукупність архегоніїв має спільну оболонку – перихетій.

Запліднення маршанції відбувається в краплинно рідкому середовищі. Із заплідненої яйцеклітини формується спорофіт, що живиться за рахунок гаметофіта.

Розглянути препарати спорогонія маршанції. Спорофіт (спорогон) сполучений з гаметофітом за допомогою гаусторії (присоски), коробочка кулястої форми з періанцієм. Крім гаплоїдних спор, у маршанції утворюються також елатери. Спіральне потовщення елатер дуже гігроскопічне, завдяки чому останні можуть змінювати форму, розрихлюючи масу спор і сприяючи їх розсіюванню після розкриття коробочки чотирма стулками. Спори вкриті двошаровою оболонкою: внутрішня – інтина – целюлозна, а зовнішня – екзина – кутинізована. На вологому ґрунті спори проростають в коротку нитку, яка в процесі поділу клітини перетворюється на пластинчастий гаметофіт.

**До завдання 2.** Розглянути дернинку сфагнуму складену з окремих рослин світо-зеленого або білуватого кольору з кволим розгалуженим стеблом, яке постійно наростає верхівкою, тоді як нижня його частина поступово відмирає і заторфовується. Ризоїди відсутні. Це типові рослини оліготрофних боліт, які завдяки особливостям будови здатні існувати в умовах надмірного зволоження і сприяти накопиченню вологи в місцях існування. Стебло сфагнуму (каулідій) має численні бічні гілочки, вкриті дрібними листками (філідіями). Виготовити препарат поперечного перерізу стебла сфагнуму і розглянути в мікроскоп. Зовні стебло вкрите багатошаровою гіалодермою, утвореною мертвими клітинами, сполученими між собою і здатними накопичувати воду. Під гіалодермою лежить шар механічної тканини (склеродерми) з потовщеними оболонками клітин. Центральна частина стебла заповнена паренхімними клітинами, що виконують провідну і

запасаючу функції. Бічні гілочки мають подібну будову але несуть особливі клітини, в яких накопичується вода.

Відпрепарувати від стебла декілька листків сфагнуму і виготовити мікропрепарат; розглянути листок при малому, а потім великому збільшенні мікроскопа. Листки одношарові, складаються з клітин двох типів: вузьких живих асимілюючих і розміщених між ними великих мертвих гіалінових, або водозапасаючих клітин з кільчастим потовщенням оболонок і великими порами в них. Завдяки такій будові листків рослини легко поглинають воду всією поверхнею і легко втрачають її при підсушуванні. Тоді гіалінові клітини заповнюються повітрям. На верхівках гаметофітів у скупченнях гілочок формуються антеридії і архегонії. Запліднення відбувається при наявності води. Із зиготи розвивається маленький спорофіт (спорогоній) у вигляді кулястої коричневої коробочки.

Розглянути при малому збільшенні мікроскопа спорогоній сфагнуму. Коробочка звужується донизу і переходить в коротку шийку (апофізу) з гаусторією на кінці. Остання прикріплена до виросту гаметофіту - несправжньої ніжки. Відкривається коробочка округлою кришечкою. Центральну частину її займає куполоподібна колонка, над якою розміщений спорангій із спорами. При проростанні спори утворюється пластинчаста протонема; з бруньок на останній формуються стебла –гаметофіти.

**До завдання 3.** Розглянути дернинку зозулиного льону *Polytrichum commune*. Спочатку виділити окремі його рослини, що складаються з досить довгого стебла з ризоїдами в нижній частині і темно-зеленими листками (філідіями) у верхній. Підземна частина стебла залягає в ґрунті горизонтально, надземна – прямостояча нерозгалужена, до 30 см заввишки.

Виготовити мікропрепарат поперечного перерізу стебла зозулиного льону і розглянути його при малому, а потім і при великому збільшенні мікроскопа. Зовні стебло вкрите епідермою, під якою залягає зовнішня кора з потовщеними оболонками клітин і внутрішня, утворена тонкостінними клітинами, серед яких розкидані листові сліди. Провідна система представлена розміщеною в центрі, ксилемою, оточеною крохмалистою піхвою, і флоемою, розташованою суцільним шаром по периферії останньої. Провідні елементи примітивні, не мають типової для ксилеми і флоеми будови, лише функціонально виконують їх роль. Листки, розміщені спіралью, мають жилку. Листкова пластинка лінійна з зубчастим краєм і загостреною верхівкою, своєрідної будови. На верхній стороні листка, перпендикулярно до його поверхні, містяться асиміляційні пластинки, утворені клітинами верхньої епідерми. Листки багатшарові з механічними елементами і гігроскопічними клітинами навколо жилки. Втрачаючи воду, листок згортається в трубочку і захищає асиміляційні пластинки від пересихання. Рослина дводомна.

Розглянути за допомогою лупи верхівки різних екземплярів зозулиного льону, що відрізняються своїм виглядом. Одні з них у верхній частині стебла несуть зближені листки, подібно до стеблових. Між ними розміщені архегонії – жіночий гаметофіт. Чоловічі гаметофіти мають розетку з широкими, забарвлених в червонуватий колір листків з антеридієм усередині.

Розглянути в мікроскоп готові препарати антеридіїв і архегоніїв зозулиного льону. Антеридії видовжені, оточені ніжними тонкостінними клітинами. Архегонії мають довгу шийку, обернену догори, і велику кількість канальцевих клітин. Крім статевих органів, на верхівках гаметофорів є неплідні вирости – парафізи. Запліднення відбувається при наявності води. Запліднена яйцеклітина внаслідок багаторазового поділу утворює спорогон, який складається з коробочки, довгої ніжки і стопи, яка закінчується в тканинах гаметофіту гаусторією. Молода коробочка зверху вкрита волосистим ковпачком, утвореним стінками архегонії. Коробочка прямостояча або більш-менш косо розміщена, 4-5-гранна, має відпадаючу кришечку, урну і розширену шийку – апофізу.

Розглянути мікропрепарат спорангіїв зозулиного льону. На поперечному перерізі видно колонку, що біля кришечки розширюється і формує епіфрагму – тонку плівку, що закриває вхід всередину коробочки. Довкола колонки на тонких нитках підвішений кільцеподібний спорангій з дрібними жовтими спорами. По краю урочки є один ряд зубців із заокругленими краями. Це перистом; зубці якого надзвичайно чутливі до вологості повітря. В сиру погоду зубці притиснуті до епіфрагми і перешкоджають розсіюванню спор, у суху – зубці відгинаються і дають спорам вихід. При проростанні спори утворюються передросток – нитчаста розгалужена протонема, на якій формуються бруньки, що дають початок гаметофітам.

#### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 15

**Тема: Відділ Плауноподібні – *Lycopodiophyta*. Відділ Хвощеподібні – *Equisetophyta***

Клас Плауновидні – *Lycopodiopsida*

Порядок Плаунові – *Lycopodiales*

Родина Плаунові – *Lycopodiaceae*

Клас Хвощевидні – *Equisetopsida*

Порядок Хвощові – *Equisetales*

Родина Хвощові – *Equisetaceae*

**Мета:** на основі вивчених особливостей будови та розвитку плауноподібних та хвощеподібних показати переваги спорофітної лінії еволюції вищих рослин.

**Об'єкти вивчення:** плаун булавовидний – *Lycopodium clavatum*, плаунок (селагінела) плауноподібний – *Selaginella selaginoides* або

інші види (тропічні, культивовані в закритому ґрунті), хвощ польовий – *Equisetum arvense*, живі або гербаризовані рослини, фіксовані стробіли, мікропрепарати стробілів плауна і плаунка.

### Контрольні запитання

1. Якими життєвими формами представлені сучасні плауноподібні? Яке покоління домінує в циклі розвитку плаунів?
2. Охарактеризувати спорофіт і гаметофіт плауна булавовидного.
3. З чого починається розвиток спорофіта плауна?
4. Чому переважну більшість плаунів занесено до Червоної книги України. Назвіть різноспорові види плауноподібних у флорі України?
5. Які морфологічні особливості властиві хвощеподібним, що відрізняють їх від інших архегоніат?
6. Які листки мають хвощеподібні?
7. Назвіть особливості в будові стробілів хвощеподібних.
8. Яка внутрішня будова стебла хвощів<sup>7</sup>
9. Чи у всіх видів хвощів вегетативні і спороносні пагони існують окремо?

### Завдання

1. На прикладі плауна булавовидного – *Lycopodium clavatum* вивчити особливості будови та розмноження різноспорових плауноподібних.

**Замалювати:** зовнішній вигляд плауна, повздовжній переріз стробіла і схему циклу розвитку. На малюнках вказати: спорофіт плауна булавовидного; горизонтальні пагони; листки; корені; стробіл плауна; повздовжній переріз стробіла; вертикальні пагони; спорофіл; вісь стробіла; спорангій; спори.

2. Вивчити особливості будови та розмноження плауноподібних на прикладі плаунка плауноподібного – *Selaginella selaginoides*.

**Замалювати:** загальний вигляд плаунка (=селагінели), стробіл і спорангій, позначивши: дихотомічно розгалужений пагін; листки; корені; стробіл; мікроспорофіл; мікроспорангій; мікроспори; мегаспорофіл; мегаспорангій; мегаспори.

3. Розглянути гербарні зразки хвоща польового – *Equisetum arvense* та інших видів, звернути увагу на розташування форму листків, стробіли. Відпрепарувати спорангіофор вологого препарату, розглянути під мікроскопом спори, анатомічний препарат поперечного перерізу стебла.

**Замалювати:** цикл розвитку, позначивши загальний вигляд хвоща польового; вегетативний і спороносні пагони спорофіта, спорангіофор, спору; щиток на поперечному розрізі.

### Методичні поради

**До завдання 1.** Розглянути живі або гербаризовані зразки плауна булавовидного – *Lycopodium clavatum*, поширеного в зоні хвойних та

мішаних лісів. Його довге (до кількох метрів) тонке стебло стелиться по землі і має численні дихотомічно розгалужені додаткові корені. Бічні гілочки, також розгалужені дихотомічно, ростуть вертикально вгору. Деякі з них в верхній частині тоншають і закінчуються стробілами, розміщеними, звичайно, парами. Стебло вкрите вузькими, шорсткими, шиловидними листками – мікрофілоїдами з маленькою жилкою посередині. Листкорозміщення спіральне. На осі стробілів листки значно ширші і світліші за вегетативні листки.

Розглянути при малому збільшенні мікроскопа постійний мікропрепарат стробіла плауна. Від осьової частини стробіла почергово відходять спорофіли з розширеними нижніми і звуженими та загостреними верхніми кінцями. При основі спорофіла на оберненій до осі його поверхні лежить нирковидної форми спорангій зі спорами. Спори жовтого кольору, округло-тетраедричної форми, з сітчастим малюнком на зовнішній оболонці, містять до 50% олії, що використовується на перших етапах розвитку гаметофіта як поживна речовина. Гаметофіт безбарвний, дзигоподібний 2-5 мм діаметром, підземний, формується при проростанні спори на глибині кількох сантиметрів, живиться сапрофітно при наявності мікоризи. Гриб потрапляє до гаметофіта через зовнішні вирости останнього – ризоїди. Росте гаметофіт дуже повільно; дозрівання настає через 6–15 років. У плаунів він двостатевий. Антеридії повністю занурені в тканину гаметофіта; у архегоніїв над поверхнею виступає шийка. Антеридії і архегонії розвиваються неодноразово. Спочатку гаметофіт функціонує як чоловічий, потім як жіночий, чим забезпечується перехресне запліднення у плаунів.

**До завдання 2.** Представники роду плаунок (селагінела) *Selaginella* – трав'янисті рослини із сланкими або висхідними дихотомічно розгалуженими стеблами, поширені переважно у тропіках і субтропіках. В Україні у Карпатах трапляється лише один вид роду – *Selaginella selaginoides*. Листки селагінел з язичками, у деяких видів стебла мають дорзвивентральну будову і несуть листки двох типів: відносно великі бічні і дрібні спинні, розміщені повздовжніми рядами (по 2 ряди кожного типу). Від стебел відходять довгі вирости – ризофори, що дають початок численним додатковим кореням. Стробіли розміщені на верхівках бічних гілочок. Спорофіли розташовані спіралью або, частіше, супротивно. В пазухах спорофілів формуються спорангії двох типів: мегаспорангії з чотирма великими мегаспорами або мікроспорангії овальної форми з великою кількістю мікроспор. З мегаспори при проростанні утворюється жіночий заросток (гаметофіт) з архегоніями, в яких дозрівають яйцеклітини. Мікроспора дає початок чоловічому гаметофіту з одним антеридієм. Гаметофіти дуже дрібні, редуковані, розвиваються під

оболонками спор за рахунок поживних речовин, накопичених там. Іноді проростання спор починається в порожнині спорангія і тоді в зовнішнє середовище потрапляють не спори, а заростки селазинели. Після запліднення розвивається зародок спорофіта, що складається з точки росту стебла, двох зародкових листків, зачаткового корінця і ніжки, за допомогою якої зародок живиться поживними речовинами гаметофіта. Пізніше він переходить до самостійного живлення.

**До завдання 3.** На гербарному матеріалі хвоща польового розглянути вегетативні стебла рослини. Вони мають членисте гіллясте стебло та гаузістє кореневище. На кореневищі помітні мутівки із зрощених лускоподібних листків без хлорофілу, від вузлів відходять пучки чорних, відносно коротких коренів. На кореневищах часто утворюються бульби, які є дуже потовщеними вкороченими міжвузлями. В них відкладаються запасні поживні речовини. Вегетативний, тобто асимілюючий пагін, складається з довгих міжвузлів та вузлів. У нижній частині кожного членика стебла розташована зона росту міжвузля – інтеркалярна, або вставна, меристема, яка схована в трубку із зрослих основами дрібних, спрямованих вгору гострих листків. На внутрішній поверхні розташована гідатода, яка виділяє краплиннорідку воду. Стебло і бічні гілки зеленого кольору. Вони виконують функцію асиміляції. Детально розглядаючи стебло в лупу, можна помітити гребінь і улоговинки. На анатомічному препараті поперечного розрізу стебла видно епідерму, кору, провідні пучки, центральну порожнину. Епідерма складається із щільнозімкнутих клітин із звивистими суміжними стінками. До складу оболонки клітин епідерми та інших тканин пагона входить разом з целюлозою кремнезем. В епідермі, яка вистилає улоговинки, розташовані рядами продихи. Первинна кора утворена ділянками механічної та фотосинтезуючої тканини – хлоренхіми. В гребенях розташована механічна тканина з великою кількістю кремнезему. Хлоренхіма знаходиться в улоговинках. Внутрішню частину первинної кори складає основна паренхіма з тонкостінних, не щільно розташованих округлих клітин. Зона провідних пучків – центральний циліндр – відмежована від інших тканин кільцем одношарової ендодерми. Провідні пучки закриті (без камбію) колатеральні, з порожнинами у вигляді каналів. На зовні від каналу розташована флоема, яка складається із ситовидних елементів і паренхімних клітин. По боках і до середини каналу розташована ксилема, яка складається з трахейд. Основна тканина – паренхіма – в центрі стебла при його рості утворює центральну порожнину, заповнену спочатку водою, а потім повітрям.

Розглядаємо органи розмноження хвоща польового. За допомогою кореневищ хвощ польовий розмножується вегетативним шляхом. Хвощ розмножується також спорами, які

утворюються на спороносних пагонах. Це безхлорофільні рослини, які виростають з кореневищ у квітні – на початку травня і несуть на кінці стебел стробіли. Стебло у них нерозгалужене, утворює в мутовках по 6-16 бурих лускоподібних зрослих листків, прикріплених у вузлах. Розглянемо стробіли хвоща в лупу, відпрепаруємо спорангіофори, які розташовані у вигляді шестикутних щитків на ніжках. Знімемо пінцетом окремий щиток. На його внутрішньому боці розташовані від шести до 13 спорангіїв, прикріплених до щитка і звисаючих вздовж ніжки. Всередині спорангія із спорогенної тканини формуються тетради гаплідних спор. Спорангій після дозрівання спор розкривається повздовжньою щілиною. Якщо залишити на папері зібрані свіжі стробіли, то через кілька годин із спорангіїв висипляться спори у вигляді сірувато-зелених клубочків.

Розглянемо сухі спори в мікроскоп. Майже круглі зеленуваті спори крім двох звичайних оболонок інтини і екзини мають третю – периній, або епіспорій, який при дозріванні спори розкривається по спіралі на дві стрічки з розширеними кінцями. Ці стрічки називаються елатерами. Вони хрестоподібно прикріплюються до спори в одному місці. У сухому стані елатери розгорнуті і відстають від спори. Будучи надзвичайно гігроскопічними, при збільшенні зволоження елатери швидко скручуються навколо спори. Зміна вологості приводить спори в рух. Елатери розпушують масу спор, сприяють розсіванню їх цілими групами, а не поодиночці. Це забезпечує статеве розмноження хвоща.

#### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 17

**Тема: Відділ Папоротеподібні – *Polypodiophyta***

Клас Папоротевидні – *Polypodiopsida*

Порядок Багатоніжкові – *Polypodiales*

Родина Щитникові – *Dryopteridaceae*

Родина Деннштедтієві – *Dennstaedtiaceae*

**Мета:** ознайомитися з анатомічними і морфологічними особливостями спорофіта та спороношенням папоротеподібних.

**Об'єкти вивчення:** гербарні зразки чоловічої папороті та інших видів папоротей, листки з сорусами, анатомічні препарати кореневища, соруса та листка в розрізі, заростки.

#### Контрольні запитання

1. Які морфологічні та анатомічні властивості характерні для всіх папоротеподібних?
2. В чому особливість листків папоротеподібних?
3. Як можуть розміщуватись спорангії на листках у різних папоротеподібних?
4. Що являють собою соруси?
5. Що називають індузієм?



6. Чи однакові спори у різних папоротеподібних?  
7. Як виглядає гаметофіт у чоловічої папороті і яка його будова?

### Завдання

1. Розглянути гербарні зразки щитника чоловічого – *Dryopteris filix-mas*, сорус та кореневище, звернути увагу на характер розташування сорусів на листках, архегоніїв та антеридіїв на заростку, будову спорангіїв; вивчити під мікроскопом препарати соруса, кореневища та листка в розрізі, заростки

**Замалювати:** цикл розвитку, позначивши загальний вигляд щитника чоловічого, сорус, спорангій, заросток, кореневище в розрізі.

2. Дати біоморфологічний опис орляка звичайного – *Pteridium aquilinum*.

### Методичні поради

До завдання 1. Щитник чоловічий, або чоловіча папороть *Dryopteris filix-mas* – багаторічна трав'яниста рослина з коротким кореневищем. На верхівці кореневища розташований пучок листків, а вниз відходять численні додаткові корені. Листки великі (до 80-100 см), двічіпірчастоскладні, які на зиму відмирають. Розглядаючи під мікроскопом поперечний зріз листка, помітно верхню та нижню епідерми (остання з продихами) з хлорофіловими зернами, зелену паренхіму між ними та провідний пучок на місці перерізаної жилки. Вивчаючи внутрішню будову кореневища, відмічаємо, що його провідна система складається з багатьох концентричних пучків, у центрі яких розташована ксилема, оточена флоемою. До складу ксилеми входять драбинчасті і кільчасті судини, а флоема складається з ситовидних трубок з сітчастими бічними стінками.

Для всіх папоротей характерне розмноження спорами, що утворюються в спорангіях, зібраних у чоловічої папороті в купки-соруси, що утворюються на нижньому боці листка і прикриті тонким безбарвним покривальцем – індузієм. Соруси чоловічої папороті круглі, розташовані по обох боках середньої жилки листових часток. Кожен сорус прикритий покривальцем бобоподібної форми.

Далі розглянемо сорус в розрізі. Під нижньою епідермою бачимо масивний виріст листка, що називається плацентою. На верхівці плацента переходить в розширений індузій, під яким розташовано кілька спорангіїв на довгих ніжках. На поверхні кожного спорангія добре помітне кільце. Знімемо спорангії з сухих листків папороті і розглянемо їх в мікроскоп. Відмічаємо, що оболонка клітин кільця не однакового кольору і товщини. В суху погоду за допомогою кільця, яке випростується або вигинається в протилежний бік, стінка спорангія розривається в місці, де клітини мають тонкі стінки. Тут утворюється отвір –

стома. Дозрілі спори завдяки механізму, що діє як катапульта, з силою викидаються і розсіюються вітром.

За допомогою штативної лупи розглянути заростки - зелені пластинки серцеподібної форми до 1 см діаметром. На нижньому боці заростка утворюються архегонії та антеридії, які занурені в тканину заростка.

**До завдання 2.** Орляк звичайний – *Pteridium aquilinum* – багаторічник, 50-100 см заввишки, з довгим повзучим чорним кореневищем і великими тричіперистоскладними шкірястими листками на довгих черешках. Соруси спорангіїв розташовані на нижньому боці листків і загорнені краєм листка. Поширений у соснових та мішаних лісах, у чагарниках майже по всій Україні.

#### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 18

**Тема: Відділ Голонасінні – *Gymnospermae* (= *Pinophyta*)**

Підвідділ – *Coniferophytina*

Клас Гінкговидні – *Ginkgopsida*

Порядок Гінкгові – *Ginkgoales*

Родина Гінкгові – *Ginkgoaceae*

Клас Хвойні – *Pinopsida*

Порядок Соснові – *Pinales*

Родина Соснові – *Pinaceae*

**Мета:** ознайомитися із анатомічними і морфологічними особливостями гінкго дволопатевого – *Ginkgo biloba*, із видами і формами голонасінних дерев і кущів, які культивуються в Україні.

**Об'єкти вивчення:** гінкго дволопатевий *Ginkgo biloba* з ботанічного саду СНУ "Волинь"; гербарні зразки та живі пагони сосни звичайної та інших видів родини соснові; мікропрепарати повздовжнього розрізу мікростробіла і шишки сосни звичайної – *Pinus sylvestris*.

#### Контрольні запитання

1. Особливості морфологічної та анатомічної будови родини Гінкгові – *Ginkgoaceae*.

2. Морфологічні та анатомічні властивості гінкго дволопатевого – *Ginkgo biloba*.

3. Життєвий цикл гінкго дволопатевого – *Ginkgo biloba*.

4. Чому гінкго дволопатеве вважають найпримитивнішим представником серед сучасних хвойних?

5. Особливості морфологічної та анатомічної будови сосни звичайної – *Pinus sylvestris*.

6. Що таке "брахібласти" і для яких родів соснових вони характерні?

7. Життєвий цикл сосни звичайної.

8. Завдяки чому пилкові зерна соснових переносяться на великі відстані?

9. Найбільш поширені представники родини соснові, особливості їх будови, поширення.

### Завдання

1. Ознайомитися з рослинами гінкго дволопатевого *Ginkgo biloba*.

**Замалювати:** замалювати видовжений та вкорочений пагони, листки з дихотомічним жилкуванням, мегастробіл, насінний зачаток, насінину з і склеротестою та серкотестою, сережкоподібний мікростробіл.

2. Розглянути і замалювати цикл розвитку, будову мікростробіла і шишки сосни звичайної – *Pinus sylvestris*, позначивши: 1) мікростробіл; 2) шишку першого року; 3) шишку другого року; 4) шишку третього року, мікростобіл у повздовжньому розрізі: а) вісь мікростробіла, б) луску (мікроспорофіл), в) пилкові мішки (мікроспорангії), 5) пилкове зерно (чоловічий гаметофіт): а) екзину, б) інтину, в) сифоногенну клітину, г) сперматогенну клітину; 6) шишку у повздовжньому розрізі: а) вісь шишки, б) покривну луску, в) насінну луску (мегаспорофіл); г) насінний зачаток; 7) будову насінного зачатка: а) інтегументи, б) мікропіле, в) нуцелус (мегаспорангій), г) первинний ендосперм з архегоніями (жіночий гаметофіт); 8) насінину з крилатим придатком.

3. Розглянути гербарні зразки та живі пагони запропонованих представників родини соснові. Ознайомитися з морфологічними особливостями їх пагонів та шишок. Результати оформити у вигляді таблиці.

Вид	Життєва форма	Пагон і листки	Шишки, форма, довжина, період дозрівання насіння
Ялина звичайна – <i>Picea abies</i>			
Ялина колюча – <i>Picea pungens</i>			
Псевдотсуга Мензіса – <i>Pseudotsuga menziensis</i>			
Ялиця біла – <i>Abies alba</i>			
Модрина європейська – <i>Larix decidua</i>			

### Методичні поради

**До завдання 1.** Розглядаючи рослини гінкго дволопатевого – *Ginkgo biloba*, зверніть увагу на те, що гілки відходять від стовбура майже під прямим кутом. Кора сіра, шорстка. Листки на подовжених пагонах – почергові, а на вкорочених зібрані в пучки

(по три-п'ять). Листкові пластинки по краю хвилясті або розсічені на лопаті (частіше на дві). Листкова пластинка багатократно пронизана дихотомічними жилками. Мікростробіли мають вигляд невеликої жовтуватої сережки, на осі якої сидять мікроспорофіли. Мегастробіли несуть два насінні зачатки, які покриті масивним інтегументом з мікропіле. Під інтегументом розміщений нуцелус, під мікропіле – пилкова камера. В нуцелусі розвивається з мегаспори первинний ендосперм – жіночий гаметофіт. Насінний зачаток сильно розростається і між жіночим гаметофітом і нуцелусом утворюється архегональна камера. Особливістю насінного зачатка гінггових є розростання та диференціація інтегумента на три шари: зовнішній м'ясистий – саркотеста, середній кам'янистий – склеротеста, внутрішній – шкірястий.

**До завдання 2.** Розглядаючи гілку сосни звичайної, зверніть увагу на наявність у неї двох типів пагонів – подовжених та вкорочених. Вкорочені пагони несуть по дві довгих хвоїнки. На верхівках пагонів розташовані дрібні, поодинокі (рідше по дві-три) шишки зеленого кольору з темно-червоним або буруватим відтінком. При основі річних видовжених пагонів розташовані мікростробіли, які мають золотаво-жовтий колір. Крім цього, на гілках сосни є ще шишки зелені конусовидні з закритими лусками (шишки другого року) та коричнево-бурі дерев'янисті з відкритими лусками (шишки третього року), причому при основі лусок у шишках третього року знаходиться стигле насіння.

Мікростробіли дозрівають на початку літа і дають мікроспори, які після проростання перетворюються на пилинки (чоловічі гаметофіти), що запилюють насінні зачатки, а самі мікростробіли відмирають. Відпрепаруємо окремий мікростробіл і розглянемо його під лупою. Він має вісь, на якій тісно сидять мікроспорофіли. Кожний мікроспорофіл складається з ніжки і двох мікроспорангіїв – пилкових мішків, що розташовані повздовжньо і розкриваються повздовжньою щілиною, крізь яку висипається пилок.

Будову пилкового зерна (чоловічого гаметофіта) розглянемо при великому збільшенні мікроскопа. Пилкове зерно має овальну форму і вкрите двома оболонками – екзиною (зовнішня) і інтиною (внутрішня). Екзина випукла по боках і утворює два міхурці. Під оболонками видно дві клітини, які відрізняються за своїми розмірами: сифоногенна (велика), яку нерідко називають вегетативною, та генеративна (дрібна).

Розріжемо поперек жіночу шишку першого року і розглянемо її під бінокуляром. Вона має вісь з тонкими покривними лусками, а в їхніх пазухах – товсті насінні луски. Розглянемо під лупою насінну луску із шишки другого року. На внутрішньому боці біля основи луски розташовані два білих насінних зачатки.

Внутрішню будову насінного зачатка вивчаємо на повздовжньому розрізі шишки другого року розвитку в

двадцятикратну лупу. Він складається з покриву (інтегументу), під яким знаходиться опукле тіло – нуцелус. На верхівці інтегумент не зростається, внаслідок чого тут є отвір – мікропіле (пилковхід), під яким знаходиться пилкова камера. Спочатку в тканині нуцелуса утворюється одна материнська клітина. Поділяючись двічі, вона дає чотири клітини, одна з яких перетворюється на мегаспору, а три інші редукуються. Із мегаспори формується багатоклітинна тканина жіночого гаметофіта – первинний ендосперм. У верхній частині гаметофіта навпроти мікропіле лежать два архегонія з великими яйцеклітинами.

Від запилення до запліднення проходить більше року. Пилинки протягом цього періоду знаходяться в пилковій камері. Потім пилинка потрапляє на верхівку нуцелуса і починає проростати. Сифоногенна клітина витягується в пилкову трубку, яка прикріплюється відростками до нуцелуса. Пізніше пилкова трубка досягає архегонія. Протягом періоду росту пилкової трубки, генеративна клітина ділиться на сперматогенну і гаусторіальну. Перша внаслідок поділу дає два спермії, які опускаються в пилкову трубку. Кінець трубки, досягаючи архегоніїв, розкривається, спермій проникає в один із архегоніїв і-запліднює яйцеклітину. Із зиготи, що утворилася, відразу ж починає розвиватися зародок. Ендосперм розростається і збагачується поживними речовинами. Нуцелус і інтегумент перетворюються на насінну оболонку. Так з насінного зачатка утворюється насінина.

Роздивившись насіння сосни звичайної, зазначимо, що воно має крилатий півчастий придаток, за допомогою якого і поширюється. Зверху насінина вкрита щільною шкіркою. Під нею лежить білий ендосперм (жіночий гаметофіт) – тканина, багата поживними речовинами. Всередині насінини, оточений ендоспермом, знаходиться зародок, який складається із підсім'ядольного коліна з брунечкою на верхівці, зародкових листків – сім'ядолей, а на протилежному кінці знаходиться зародковий корінчик, зв'язаний підвіском з ендоспермом.

**До завдання 3.** Розглядаючи рослини ялиці білої – *Abies alba*, зверніть увагу на те, що хвоя у ялиці білої яскраво-зелена з обох боків, з двома білими полосками, розташована гребінчасто або тупо V-подібно. Верхівки хвої трохи роздвоєні.

Ялина звичайна – *Picea abies* – високе дерево (25-40 м) з гостроконусоподібною або пірамідальною густою кроною. Кора сіра або червонувато-бура з дугоподібними вертикальними тріщинами або лусками. Молоді пагони зелені з загостреними буруватими бруньками. Хвоя розміщена почергово, шорстка, колюча, чотиригранна (1,3-2,5 см завдовжки), загострена, блискуча, тримається 5-6 (12) років. Кріпиться хвоя до спіральні розташованих виростах кори – подушечках (1-1,5 мм завдовжки), які залишаються після опадання хвої, добре помітні на пагонах. Чоловічі шишки видовжено-циліндричні (20-25 мм завдовжки),

червонуваті, розміщені на кінцях торішніх пагонів. Жіночі шишки зеленуваті або малинові (10-15 мм завдовжки), циліндричні, розміщені на кінцях молодих гілочок. Стиглі шишки довгасто-циліндричні (10-15 см завдовжки), спочатку зелені або фіолетові, пізніше бурі, повислі, блискучі. Луски дерев'янисто-шкірясті, випуклі, широкі, обернено-яйцеподібні, по краю виймчасті або зубчасті. Насіння яйцеподібної форми, з гострим носиком, матове, бурувате з світло-коричневим крилом.

Ялина колюча – *Picea pungens* – вічнозелене дерево. Кора тонка, тріщинувата, лускоподібні, попелясто-сіра або сіро-коричнева. Пагони оранжево-червоні, голі, майже циліндричні або округлі, як правило, з відігнутими лусками. Хвоя 1,2–3 см завдовжки, чотиригранна, пряма або слабо зігнута, гострокінцева, від зеленого до сріблясто-білого кольору, розташована рівномірно навколо пагону. Колоски червоні. Шишки 5-10 см завдовжки і 2-3 см в діаметрі, циліндричні, до досягання зелені, зеленувато-жовті або червоно-зелені, а стиглі – світло-жовтувато-коричневі, з тонкими гнучкими, довгасто-ромбічними, хвилястими, на верхівці зубчастими лусками.

Модрина європейська – *Larix decidua* – струнке високе (20–40 м) листопадне дерево. Кора на молодих видовжених пагонах сірувато-жовта, гола; на дорослих деревах поздовжньо-тріщинувата, бура. Хвоїнки 10–40 мм довж., 0,5-1 мм завшир., світло-зелені, часто з сизуватим нальотом, на укорочених пагонах по 20-60 шт. в пучку. Шишки 2-4 (-6) см дл., 1–3 (3,5) см товщ., довгасто-яйцеподібні, буруваті, розкриваються слабо, складаються з 45-70 лусок, розташованих в 6-8 рядах. У молодих шишок насінні луски по краю хвилясті, з рідкісним опушенням, у зрілих шишок по верхньому краю ніби згладжені, шірокозакруглені, слабо опуклі, з поздовжніми смугами на спинці, голі. Покривні луски по довжині (разом з вістрям) не менше 2/3 насінневих, можуть також злегка перевищувати їх довжину (тільки при підставі шишки) і при цьому виступають з-під насінневих.

Псевдотсуга Мензіса – *Pseudotsuga menziensis*. Кора молодих стовбурів темно-сіра, сірувато-зелена, на старих – товста, глибоко повздовжньотріщинувата. Гілки відходять від стовбурів майже горизонтально, верхівки пагонів припідняті. Хвоя 15–35 мм завдовжки, лінійна, плоскувата, зверху жолобчаста і кілевидна, на верхівці пряма, тупа або загострена. Зверху зелена, жовто-зелена, блискуча, м'яка, серповидно зігнута, розташована дворядно по спіралі, неправильно гребінчаста. Мікростробіли на початку пилкування оранжево-жовті (12-23 мм завдовжки), циліндричні, поодинокі, в пазухах хвої, оточені біля основи численними брунькоподібними лусками. Тичинки короткостовпчасті з двома пиляками, спірально розташовані на стробілах. Макростробіли розташовані на верхівках пагонів по всій кроні.

#### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 19

**Тема:** Відділ Голонасінні – *Pinophyta*  
Підвідділ *Coniferophytina*

Клас Хвойні *Pinopsida*

Порядок Соснові – *Pinales*

Родина Тисові – *Taxaceae*

Родина Кипарисові – *Cupressaceae*

**Мета:** ознайомитися із видами і формами голонасінних дерев і кущів, які культивуються в Україні.

**Об'єкти вивчення:** гербарні зразки та живі пагони представників родин Тисові та Кипарисові.

### Контрольні запитання

1. Характерні ознаки родини Тисові – *Taxaceae*.
2. Основні представники родини Тисові – *Taxaceae*, особливості їх будови, поширення, значення.
3. Характерні ознаки родини Кипарисові – *Cupressaceae*.
4. Основні представники родини Кипарисові – *Cupressaceae*, особливості їх будови, поширення, значення.

### Завдання

**1.** Ознайомитися з представниками родини тисових на прикладі тису ягідного – *Taxus baccata*. **Замалювати** пагін з листям, шишкоягоди тису ягідного.

**2.** Ознайомитися з представниками родини кипарисових на прикладі кипарисовика Лавсона – *Chamaecyparis lawsoniana*, ялівцю звичайного – *Juniperus communis*, ялівцю козацького – *Juniperus sabina*, біоти східної – *Platyclusus orientalis*, туї західної – *Thuja occidentalis*.

**Замалювати**, позначивши: 1) пагін з листям кипарисовика Лавсона; 2) пагін з листям і шишкоягодами ялівцю звичайного – *Juniperus communis*; 3) пагін біоти східної – *Platyclusus orientalis*; 4) пагін туї західної – *Thuja occidentalis*.

### Методичні поради

**До завдання 1.** Розглядаючи рослини тису, зверніть увагу на те, що стовбури молодих дерев гладкі, а для старих екземплярів характерна глибока повздовжня борозенчастість. Кора червонувата або червоно-коричнева. Листки на пагонах, які спрямовані вгору, розташовані спіралью, на горизонтальних – дворядні, лінійні, іноді серпоподібно зігнуті. Зверху листок з повздовжньою жилкою, яка видається, знизу – з двома жовтуватими-зеленими смужками продихів. Характерна особливість – відсутність в листку смоляних каналів. Мікростробіли майже кулеподібні (з перехреснопарними плівчастими лусками біля основи), на коротких ніжках, вкритих дуже дрібними лусочками. Кожний стробіл несе від шести до 14 щиткоподібних мікроспорофілів, а кожен мікроспорофіл – від п'яти до дев'яти мікроспорангіїв.

Мегастробіли поодинокі, на кінцях коротких, сильно редукованих пазушних пагонів. Вісь пагона вкрита дуже дрібними лусками, які розташовані спірально. Стробіл несе один, рідше два, насінних зачатки. Насіння овально-яйцеподібна, довжиною 5-8 мм, оточена бокаловидним м'ясистим, червоним арилусом. Найбільш поширеним для західного регіону України є тис ягідний – *Taxus baccata*.

**До завдання 2.** Кипарисовик Лавсона – *Chamaecyparis lawsoniana* – вічнозелене дерево з вузькоконусоподібною кроною і темно-зеленою лускоподібною хвоєю. Кора стовбура темно-коричнева, повздовжньо-тріщинувата, така що відслущується. Хвоя дрібна, темно-зелена, зверху сиза, стисла і в одній площині розташована на пагонах.

Ялівець звичайний – *Juniperus communis* – вічнозелене дерево або кущ. Кора стовбура сіро-бура, повздовжньотріщинувата, така, що відокремлюється, однорічних пагонів – червонувато-бура. Хвоя голкоподібна, стисла, мутувчасто розташована на пагонах, до 1-1,5 см завдовжки. Стиглі мегастробіли кулеподібні, 0,5-0,9 см в діаметрі, дозрівають на наступний рік.

Розглядаючи рослини ялівцю козацького – *Juniperus sabina*, зверніть увагу на те, що на відміну від ялівцю звичайного – це сланкий кущ з гладкою червоно-сизою корою. Хвоя лускоподібна, темно-зелена, іноді злегка загострена. Шишки висячі, на зігнутих ніжках, горбкуваті, з сизим нальотом, з 2 (1–6) насінинами.

Біота східна – *Platycladus orientalis* – вічнозелене дерево з широкою конусоподібною кроною і лускоподібною корою. Пагони плоскі, радіально розташовані на стовбурі. Хвоя темно-зелена з початку вегетаційного періоду до осені. Восени і взимку – бура. Шишки спочатку м'ясисті, потім шкірясті.

Туя західна – *Thuja occidentalis* – вічнозелене дерево з густою пірамідальною кроною і лускоподібною хвоєю. Кора стовбура темно-бура або сірувато-коричнева, повздовжньоборозенчаста, в однорічних пагонів – зелена, біля основи – червоно-коричнева. Хвоя дрібна, плоска, темно-зелена у вегетаційний період, бурозелена восени і взимку. Мікростробіли дрібні, трохи довгасті, до 2 мм в діаметрі. Мегастробіли під час пилення дрібні, овально яйцевидні, світло-зелені. Стиглі мегастробіли яскраво-коричневі, подовгасті, 1–1,3 см завдовжки. Насіння плоске, з крилами від 5 до 8 мм завдовжки.

#### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 20

**Тема:** Клас Магноліопсиди (Дводольні) – *Magnoliopsida* (*Dicotyledones*)

Підклас Магноліїди – *Magnoliidae*

Порядок Магнолієцвіті – *Magnoliales*

Родина Магнолієві – *Magnoliaceae*

Порядок Лататтєцвіті – *Nymphaeales*

Родина Лататтєві – *Nymphaeaceae*



**Мета:** ознайомитись з видовою різноманітністю родин *Magnoliaceae* та *Nymphaeaceae*, показати їх місце в системі рослинного світу, вивчити особливості будови їх представників.

**Об'єкти вивчення:** живі та гербарні зразки представників родин *Magnoliaceae* та *Nymphaeaceae*, живі та фіксовані препарати квіток, колекції плодів.

### Контрольні запитання

1. Підклас *Magnoliidae*, його місце в системі квіткових рослин, характерні ознаки, провідні порядки та родини.
2. Загальна характеристика родини *Magnoliaceae*, особливості будови, основні роди, види, їх поширення та практичне значення.
3. Загальна характеристика родини *Nymphaeaceae*, особливості будови.
4. Поділ родини *Nymphaeaceae* на підродини, основні роди, види, їх поширення та практичне значення.

### Завдання

1. Вивчити та описати характерні ознаки представників родини *Magnoliaceae*.

2. Розглянути квітку та плід магнолії *Magnolia*. Замалювати їх та позначити: квітколоже, листочки оцвітини, тичинки, маточки, багатолістянку. Записати формулу квітки магнолії *Magnolia* та зобразити її на діаграмі.

3. Користуючись планом опису, зробити морфологічний аналіз *Nymphaea alba* та *Nuphar luteum*.

4. Проаналізувати будову квіток та плодів латаття білого та глечиків жовтих.

**Замалювати** квітку та плід латаття, позначити квітколоже, чашолистки, пелюстки, тичинки, маточку, синкарпну багатолістянку. Скласти формули квіток латаття та глечиків.

### Методичні поради

**До завдання 1.** Використовуючи гербарій представників родини *Magnoliaceae*, вивчити особливості будови основних представників.

**До завдання 2.** Вивчаючи квітку магнолії, зверніть увагу, що дев'ять листочків її оцвітини розташовані у 3 кола, тичинки численні, вільні, стрічкоподібні, квітколоже витягнуте, гінецей апокарпний, полімерний. Досліджуючи збірний плід – багатолістянку, зверніть увагу, що листянки розміщені на квітколожі по спіралі, вони численні і розкриваються по черевному шву. В середині кожної листянки міститься одна насінина з яскраво забарвленою саркотестою. Нижче листянок знайдіть сліди від численних тичинок, які розміщені також по спіралі. Ще нижче відзначте більші заглиблення – місця прикріплення листочків оцвітини у трьох колах.

**До завдання 3.** Використовуючи гербарій, відзначте характерні ознаки будови вегетативних та генеративних органів *Nymphaea alba* та *Nuphar luteum*.

**До завдання 4.** Розглядаючи квітку латаття білого, зверніть увагу на подвійну оцвітину, визначену кількість листочків чашечки, які зсередини білі, зовні – зелені, численні пелюстки, розміри яких зменшуються до середини квітки. У латаття чітко видно перехід від пелюсток до тичинок. Знайдіть стамінодії. Відзначте велику кількість тичинок та їх примітивну будову. Маточка має зірчасту приймочку з численними променями, кількість яких відповідає кількості плодолистиків. Зробіть поперечний переріз через зав'язь маточки латаття: вона багатогніздна, утворена плодолистками, які зростаються бічними стінками, тому гінецей синкарпний. У глечиків жовтих чашолистки яскраво забарвлені і виконують рекламну функцію. Пелюстки численні, дрібні, виїмчасті на верхівці. За променями на приймочці маточки визначте, скількома плодолистками вона утворена.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 21

**Тема:** Клас Магноліопсиди (Дводольні) – *Magnoliopsida (Dicotyledones)*

Підклас Ранункуліді – *Ranunculidae*

Порядок Півонієцвіті – *Paeoniales*

Родина Півонієві – *Paeoniaceae*

Порядок Жовтецевоцвіті – *Ranunculales*

Родина Жовтецеві – *Ranunculaceae*

Порядок Макоцвіті – *Papaverales*

Родина Макові – *Papaveraceae*

**Мета:** ознайомитись з видовою різноманітністю родин *Paeoniaceae*, *Papaveraceae* та *Ranunculaceae*, особливостями будови їхніх представників, вивчити архаїчні ознаки півонієвих як тупикової лінії еволюції дводольних рослин.

**Об'єкти вивчення:** живі та гербарні зразки представників родин *Paeoniaceae*, *Papaveraceae* та *Ranunculaceae*, живі та фіксовані препарати квіток, колекції плодів.

### Контрольні запитання

1. Підклас *Ranunculidae*, його місце в системі квіткових рослин, характерні ознаки, провідні порядки та родини.

2. Родина *Paeoniaceae* в сучасній системі квіткових. Характерні ознаки представників родини. Основні роди, види, їх поширення та практичне значення.

3. Загальна характеристика родини *Ranunculaceae*, особливості організації її представників: примітивні та просунені ознаки.

4. Поділ родини *Ranunculaceae* на підродини: основні роди, види, їх поширення та практичне значення.

5. Загальна характеристика родини *Papaveraceae*, особливості організації її представників: примітивні та просунені ознаки.

### Завдання

1. Вивчити та описати особливості будови представників родини *Paeoniaceae*.

2. Замалювати пагін та квітку півонії і позначити квітколоже, чашечку, віночок, маточки, плід – багатolistянку. Записати формулу квітки півонії.

3. Ознайомитись з видовою різноманітністю *Ranunculaceae*. Вивчити особливості будови *Caltha palustris*, *Anemone nemorosa*, *Consolida regalis*, *Ranunculus acris*. Результати записати у таблицю:

Вид	Листки	Оцвітина	Андроцей	Гінецей	Плід	Формула квітки
-----	--------	----------	----------	---------	------	----------------

4. Розглянути гербарій представників родини *Papaveraceae*, вивчити особливості їх будови. Замалювати пагін та квітку *Papaver rhoeas* і позначити чашечку, віночок, маточку, плід. Записати формулу квітки маку дикого.

#### Методичні поради

**До завдання 1.** Використовуючи гербарій представників родини *Raeoniaceae*, вивчити особливості будови основних представників.

**До завдання 2.** Розглядаючи пагін півонії, зверніть увагу на поступовий перехід від типових перисторозсічених листків до чашолистків, які мають листкове походження. Тичинок у квітці багато, вони розташовані по спіралі. Гінецей апокарпний, з двох-п'яти плодолистків. Листянки півонієвих з великим насінням.

**До завдання 3.** Вивчаючи квітки калюжниць та анемони, зверніть увагу, що вони актиноморфні, з простою віночкоподібною оцвітиною, проте у анемони квітконіс має покривало із зібраних кільцем листочків. У жовтецю квітка актиноморфна з подвійною оцвітиною, чашечка складається з п'яти листочків, віночок – з п'яти пелюсток. У сокирок квітка зигоморфна, оцвітина подвійна. Чашечка з п'яти пелюсткоподібних яскраво забарвлених листочків, верхній має довгу шпorkу. Віночок з двох пелюсток–нектарників, які зрослися між собою. Маточка одна, плід – листянка зі стилодієм.

**До завдання 4.** Розглядаючи бутон квітки маку, зверніть увагу на опушені 2 чашолистки, які опадають при розпусканні квітки. Пелюстки великі, їх 4. Тичинок багато, вони вільні. Маточка одна з сидячою приймочкою. Зробіть поперечний переріз через зав'язь маточки та, полічивши кількість перегородок, відмітьте, з кількох плодолистків вона складається. Зверніть увагу на велику кількість насінних зачатків. Плід – ценокарпна коробочка, яка відкривається зверху дірочками.

#### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 22

**Тема:** Клас Магноліопсиди (Дводольні) – *Magnoliopsida (Dicotyledones)*

Підклас Каріофіліди – *Caryophyllidae*

Порядок Гвоздикоцвіті – *Caryophyllales*

Родина Гвоздичні – *Caryophyllaceae*

Родина Лободові – *Chenopodiaceae*

Порядок Гречкоцвіті – *Polygonales*

Родина Гречкові – *Polygonaceae*

**Мета:** з'ясувати місце і роль Каріюфілід в системі Дводольних, ознайомитись з видовою різноманітністю та особливостями будови представників родин *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*.

**Об'єкти вивчення:** живі та гербарні зразки представників родин *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*, живі та фіксовані препарати квіток, колекції плодів.

### Контрольні запитання

1. Підклас *Caryophyllidae*, його місце в системі квіткових рослин, характерні ознаки, провідні порядки та родини.
2. Родина *Caryophyllaceae*, особливості будови, основні роди, види, їх поширення та практичне значення.
3. Загальна характеристика родини *Chenopodiaceae*, основні роди, види, їх господарське значення.
4. Характерні ознаки родини *Polygonaceae*, її зв'язок з однодольними рослинами. Основні роди, види, їх практичне значення.

### Завдання

1. Ознайомитись з видовим різноманіттям представників родини *Caryophyllaceae*. Замалювати квітку, позначивши чашечку, пелюстки, тичинки, маточку, плід *Dianthus deltoides*. Скласти формулу квітки.

2. Розглянути гербарій представників родини *Chenopodiaceae*, вивчити особливості їх будови. Зробити морфологічний опис *Chenopodium album* та *Atriplex nitens*. Порівняти будову репродуктивних органів цих двох рослин. Замалювати пагін, квітку, плід лободи, записати формулу квітки. Розглянути та замалювати будову суцвіття *Beta vulgaris*.

3. Вивчити видове різноманіття та морфологічні особливості представників родини *Polygonaceae*. Розглянути будову суцвіть та квіток *Rumex confertus*, *Rumex acetosa*, *Fagopyrum esculentum*. Результати записати у таблицю:

Вид	Суцвіття	Будова квітки	Формула квітки
<i>Rumex confertus</i>			
<i>Rumex acetosa</i>			
<i>Fagopyrum esculentum</i>			

### Методичні поради

**До завдання 1.** Аналізуючи квітку *Dianthus deltoides*, зверніть увагу, що вона актиноморфна, з подвійною оцвітиною, чашечка з п'яти зрослих чашолистків, в основі має дві приквіткові луски. Пелюсток 5, у зіві з кільцем темно-червоних плям та волосками. Тичинок 10, у два кола. Гінецей ценокарпний. Маточка з двома стовпчиками, зав'язь верхня. Розглядаючи плід – коробочку зауважте, що вона одногніздна з численними насінинами.

**До завдання 2.** Розглядаючи під стереоскопічним мікроскопом листок лободи білої, зверніть увагу на численні пухирчасті волоски, які

створюють враження борошнистого нальоту на них. Відпрепарувавши клубочок квіток лободи, виділяємо окрему квітку. Вона може бути маточково-тичинковою, або маточковою чи тичинковою. Оцвітина проста, чашечкоподібна з п'яти листочків, по краю яких знаходяться пухирчасті волоски. П'ять тичинок розміщені супротивно часткам оцвітини.

Розглядаючи під бінокляром плоди бурияка, зауважте, що вони зрослися і утворюють супліддя, яке складається з окремих плодиків, оточених здерев'янілими чашолистками. Насінини темно-бурого кольору, підковоподібно зігнуті.

**До завдання 3.** Розглядаючи представників родини гречкові, зверніть увагу, що суцвіття у щавлю кінського – складна волоть, утворена монохазіями, квітки маточково-тичинкові. Оцвітина чашечкоподібна, з шести зелених листочків у два кола. Тичинок 6, утворилися внаслідок розщеплення трьох, розміщені парами навпроти листочків зовнішнього кола оцвітини. Плід – тригранний горішок. У щавлю кислого квітки маточкові та тичинкові, у китицях. Оцвітина з шести листочків у два кола, тичинок 6. У маточкових квіток відмічаємо пензликоподібні приймочки, що є пристосування до запилення вітром. У гречки квітки маточково-тичинкові в китицях. Оцвітина рожева з п'яти листочків. Тичинок 8, з них 5 утворюють зовнішнє коло з пиляками, що відкриваються всередину, а 3 – внутрішнє, з пиляками, що відкриваються назовні. Відмічаємо біля основи тичинок нектарники. Приймочки у гречки головчасті. Плід – тригранний горішок.

### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 23

**Тема:** Клас Магноліопсиди (Дводольні) – *Magnoliopsida (Dicotyledones)*

Підклас Гамамелідіди – *Hamamelididae*

Порядок Букоцвіті – *Fagales*

Родина Букові – *Fagaceae*

Порядок Березоцвіті – *Betulales*

Родина Березові – *Betulaceae*

**Мета:** ознайомитись з видовою різноманітністю родин *Fagaceae* і *Betulaceae* та особливостями будови квіток у зв'язку з пристосуванням їх до вітрозапилення.

**Об'єкти вивчення:** живі та гербарні зразки представників родин *Fagaceae*, *Betulaceae*, живі та фіксовані препарати квіток, колекції плодів.

### Контрольні запитання

1. Підклас *Hamamelididae*, його місце в системі квіткових рослин, характерні ознаки, провідні порядки та родини.
2. Родина *Fagaceae*, особливості будови.
3. Поділ родини *Fagaceae* на підродини, основні роди, види, їх поширення та практичне значення.
3. Загальна характеристика родини *Betulaceae*, основні роди, види, їх господарське значення.

### Завдання

1. Розглянути живі та гербарні зразки представників родини *Fagaceae*. Замалювати пагін, маточкову та тичинкову квітки, плід *Quercus robur*. Скласти формули маточкової та тичинкової квіток дуба.

2. Ознайомитись з видовим різноманіттям представників родини *Betulaceae*, записати основні представники.

3. Замалювати пагін, маточкове та тичинкове суцвіття, маточкові та тичинкові дихазії, маточкові та тичинкові квітки, плід *Betula pendula*. Скласти формули маточкової та тичинкової квіток берези.

### Методичні поради

**До завдання 1.** Користуючись гербарієм, ознайомтесь з різноманітністю родини *Fagaceae*, зверніть увагу на ознаки, які мають важливе таксономічне значення. Розглядаючи будову органів розмноження дуба звичайного, зауважте, що тичинкові квітки зібрані у повислі сережки, оцвітина п'ятилопатева, тичинок 5 (6). Маточкові квітки по 1–3 сидять в пазухах верхніх листків тих же молодих пагонів, що і тичинкові. Маточка з трьома великими приймочками. На поздовжньому розрізі маточки видно нижню зав'язь. Розглядаючи плід – жолудь, відзначте овальної форми горіх, який занурений у дерев'янисту пліску.

**До завдання 2.** Користуючись гербарієм, ознайомтесь з різноманітністю родини *Betulaceae*, зверніть увагу на ознаки, які мають важливе систематичне значення.

**До завдання 3.** Досліджуючи пагін берези повислої, відмічаємо, що тичинкові і маточкові суцвіття утворюються на різних пагонах однієї рослини. Тичинкові сережки, які довші та пониклі, розташовані на верхівках минулорічних пагонів по 2–3. Маточкові – коротші, прямі, утворюються на цьогорічних пагонах. Розглядаючи під лупою тичинкові сережки, відмічаємо, що тичинкові квітки зібрані у триквіткові дихазії, які знаходяться у пазусі покривної луски, до якої приростають приквіткові луски середньої квітки дихазія (у бічних квіток дихазія вони недорозвинені). Оцвітина тичинкової квітки складається з двох листочків та двох тичинок, нитки яких зверху роздвоєні. Маточкові квітки зібрані по 3 в пазусі трилопатевої покривної луски, середня лопать якої – покривний листок, а бічні – прирослі до нього прилистки, голі, зав'язь нижня. Плоди берези – дрібні горішки з двома перетинчастими крильцями.

### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 24

**Тема:** Клас Магноліопсиди (Дводольні) – *Magnoliopsida (Dicotyledones)*

Підклас Диленіїди – *Dilleniidae*

Порядок Вербоцвіті – *Salicales*

Родина Вербові – *Salicaceae*

Порядок Гарбузоцвіті – *Cucurbitales*

Родина Гарбузові – *Cucurbitaceae*

**Мета:** вивчити особливості будови представників родин *Salicaceae* та *Cucurbitaceae* і показати їх місце в системі рослинного світу.

**Об'єкти вивчення:** живі та гербарні зразки представників родин *Salicaceae*, *Cucurbitaceae*, живі та фіксовані препарати квіток, колекції плодів.

### Контрольні запитання

1. Підклас *Dilleniidae*, його місце в системі квіткових рослин, характерні ознаки, провідні порядки та родини.
2. Родина *Salicaceae*, особливості будови, основні роди, види, їх поширення та практичне значення.
3. Загальна характеристика родини *Cucurbitaceae*, основні роди, види, їх господарське значення.

### Завдання

1. Ознайомитись з видовим різноманіттям представників родини *Salicaceae*. Зробити морфологічний опис *Salix alba*, *Populus nigra*.
2. Замалювати пагін, тичинкову та маточкову квітки, плід *Salix caprea*.
3. Ознайомитись з видовим різноманіттям представників родини *Cucurbitaceae*. Зробити морфологічний опис *Cucurbita pepo*, *Cucumis sativus*.
4. Замалювати пагін, тичинкову та маточкову квітки, плід *Cucumis sativus*. Позначити чашечку, віночок, тичинки, маточку. Скласти формули тичинкової та маточкової квіток огірка.

### Методичні поради

**До завдання 1.** Використовуючи гербарій представників родини *Salicaceae*, вивчити особливості будови основних представників.

**До завдання 2.** Розглядаючи пагін *Salix caprea*, відмічаємо, що листки мають прилистки, сережчасті суцвіття розвиваються одночасно з листками, або раніше, квітки маточкові та тичинкові. Вивчаючи тичинкові квітки, зверніть увагу, що вони сидить в пазухах цілокраїх приквіткових лусок. Кожна квітка має дві тичинки, в основі яких розміщена нектарна залозка. Маточкові квітки розташовані в пазусі приквіткового листка, маточка з двох плодолистиків, сидить на ніжці, в основі має нектарний диск. Плід – коробочка у верби сухий, одногніздний, розкривається двома стулками. Насіння з пучком тоненьких волосків.

**До завдання 3.** Використовуючи гербарій представників родини *Cucurbitaceae*, відмітьте характерні ознаки будови їх вегетативних та генеративних органів.

**До завдання 4.** Вивчаючи морфологічні особливості *Cucumis sativus*, відмічаємо жорстке опушення пагонів, великі пальчасто-лопатові листки та вусики пагоневого походження, які розміщені навпроти кожного листка. Зверніть увагу на квітки, які у огірка п'ятичленні, маточкові та тичинкові. У тичинкової квітки квітколоже блюдцеподібне, тичинок 5, з яких 4 зростаються тичинковими нитками попарно, а одна вільна. Пиляки переважно зрослі у загальну головку. Вивчаючи маточкову квітку, відмічаємо шипувате опушення зав'язі, масивний короткий стовпчик маточки з трилопатевою приймочкою, в основі трубочки віночка – нектарне кільце з прирослими до нього недорозвинутими тичинками. При

аналізі зав'язі робимо поперечний розріз плоду, відмічаємо трьохгніздний ценокарпний гінецей, кожне гніздо якого поділене навпіл тонкою малопомітною плівкою.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 25

**Тема:** Клас Магноліопсиди (Дводольні) – *Magnoliopsida (Dicotyledones)*

Підклас Розиди – *Rosidae*

Порядок Розоцвіті – *Rosales*

Родина Розові – *Rosaceae*

Порядок Бобоцвіті – *Fabales*

Родина Бобові – *Fabaceae*

**Мета:** вивчити примітивні та просунені ознаки представників родин *Rosaceae* та *Fabaceae* і показати їх місце в системі рослинного світу.

**Об'єкти вивчення:** живі та гербарні зразки представників родин *Rosaceae*, *Fabaceae*, живі та фіксовані препарати квіток, колекції плодів.

### Контрольні запитання

1. Підклас *Rosidae*, його місце в системі квіткових рослин, характерні ознаки, провідні порядки та родини.
2. Загальна характеристика родини *Rosaceae*, особливості будови.
3. Поділ родини *Rosaceae* на підродини, основні роди, види, їх поширення та практичне значення.
4. Загальна характеристика родини *Fabaceae*, особливості будови.
5. Поділ родини *Fabaceae* на підродини, основні роди, види, їх поширення та практичне значення.

### Завдання

**1.** Ознайомитись з видовою різноманітністю представників родини *Rosaceae*. Користуючись планом опису, зробити морфологічний аналіз *Spiraea salicifolia*, *Rosa majalis*, *Malus domestica*, *Cerasus vulgaris*.

**2.** Замалювати пагін, квітку, плід *Spiraea salicifolia*, *Rosa majalis*, *Malus domestica*, *Cerasus vulgaris*, зробити відповідні позначення. Скласти формули їх квіток.

**3.** Ознайомитись з видовим різноманіттям родини *Fabaceae*, зробити морфологічний аналіз *Acacia dealbata*, *Vicia cracca*, *Trifolium medium*.

**4.** Замалювати пагін, квітку, плід *Pisum sativum*, позначити чашечку, віночок (парус, весла, човник), тичинки, маточку, плід. Скласти формулу квітки та зобразити її на діаграмі.

### Методичні поради

**До завдання 1.** Користуючись живими та гербарними зразками вивчити характерні ознаки представників родини *Rosaceae*.

**До завдання 2.** Аналізуючи квітку *Spiraea salicifolia*, відмічаємо неглибоко келихоподібне квітколоже, до краю якого кріпляться 5 пелюсток і численні тичинки. Чашолистків 5, відігнутих донизу і притиснутих до зовнішньої частини квітколожа. Гінецей апокарпний з



п'яти вільних плодолистиків, стовпчики різко зігнуті й відхилені назовні. Плоди – п'ятилистянки, які відкриваються по черевному шву.

Вивчаючи квітку *Rosa majalis*, звертаємо увагу на ввігнутий, яйцеподібний гіпантій. Чашолистків 5, відігнутих донизу, які при плодах піднімаються, складаються своїми верхівками і залишаються після дозрівання. Пелюсток 5, тичинки численні. Маточки з сильно опушеною зав'яззю, сидять на ніжці на дні гіпантію. З зіва гіпантія виступають тільки приймочки. Плід – цинародій.

У квіток *Malus domestica* відмічаємо опушений, бокалоподібний гіпантій, з яким зросла чашечка з п'яти зубчиками на верхівці. Андроцей з 20-30 тичинок у трьох колах, кільцем оточує стовпчики маточок. Гінецей синкарпний, з п'яти плодолистків, які майже до половини своєї висоти зрослі стовпчиками. Зав'язь нижня, зросла зі стінками квітколожа. Плід – соковите яблуко.

Вивчаючи квітки *Cerasus vulgaris*, звертаємо увагу, що вони навколوماتочкові, на довгих квітконіжках, зібрані у зонтики. Оцвітина подвійна, чашолистків 5, відхилених донизу і прикріплених до краю дзвоникоподібного гіпантія. Пелюсток 5, тичинок багато, гінецей апокарпний з одного плодолика. Маточка не зростається зі стінками гіпантія, зав'язь верхня. На поперечному зрізі зав'язі бачимо одне гніздо з двома насінними зачатками, з яких розвивається тільки один. Плід – соковита куляста кістянка.

**До завдання 3.** Користуючись гербарієм, ознайомитись з видовою різноманітністю *Fabaceae*, зверніть увагу на їх характерні ознаки у будові вегетативних та генеративних органів.

**До завдання 4.** Розглядаючи пагін *Pisum sativum*, звертаємо увагу, що рослина має чіпке кволе стебло, нижні листки мають одну, а верхні три пари листочків, листки парноперисті і закінчуються розгалуженим вусиком, що є видозміненим верхнім листком. Біля основи листків є великі прилистки. Квітки зигоморфні з подвійною оцвітиною, чашолистків 5 зрослих, віночок з п'яти пелюсток, нагадує метелика: найбільша верхня – вітрило, дві бічні – весла, дві нижні цілком, або частково зрослих – човник. Тичинок 10, з них 9 до половини тичинкових ниток зростаються, а одна вільна. Гінецей апокарпний, з одного плодолика. Плід – сухий, розкривний, двостулковий, багатонасінний біб.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 26

**Тема:** Клас Магноліопсиди (Дводольні) – *Magnoliopsida (Dicotyledones)*

Підклас Ламіїди – *Lamiidae*

Порядок Пасльоновіті – *Solanales*

Родина Пасльонові – *Solanaceae*

Порядок Губоцвіті – *Lamiales*

Родина Глухокропівові, або Губоцвіті – *Lamiaceae*

**Мета:** вивчити місце і роль *Lamiidae* в системі дводольних, ознайомитись з видовою різноманітністю та особливостями будови

представників родин *Solanaceae* і *Lamiaceae*.

**Об'єкти вивчення:** живі та гербарні зразки представників родин *Solanaceae* і *Lamiaceae*, живі та фіксовані препарати квіток, колекції плодів.

### Контрольні запитання

1. Підклас *Lamiidae*, його місце в системі квіткових рослин, характерні ознаки, провідні порядки та родини.
2. Родина *Solanaceae*, особливості будови, основні роди, види, їх поширення та практичне значення.
3. Загальна характеристика родини *Lamiaceae*, особливості організації.
4. Поділ родини на підродини, основні роди, види, їх господарське значення.

### Завдання

1. Ознайомитись з видовою різноманітністю представників родини *Solanaceae*. Користуючись планом опису, зробити морфологічний аналіз *Solanum nigrum*, *S. tuberosum*, *Hyoscyamus niger*.
2. Замалювати пагін, квітку, плід *Solanum tuberosum*, позначивши суцвіття, квітку (чашечку, віночок, тичинки, маточку), плід. Записати формулу квітки та зобразити її на діаграмі.
3. Ознайомитись з представниками родини *Lamiaceae*. Користуючись планом опису, зробити морфологічний опис *Ajuga reptans*, *Lamium album*, *Salvia splendens*.
4. Замалювати пагін, квітку, плід *Lamium album*, позначити чашечку, віночок з верхньою та нижньою губою, тичинки, маточку, плід – ценобій. Записати формулу квітки.

### Методичні поради

**До завдання 1.** Використовуючи гербарій представників родини *Solanaceae*, вивчіть особливості будови вегетативних та генеративних пагонів.

**До завдання 2.** Розглядаючи пагін *Solanum tuberosum*, відмічаємо переривчасто-непарноперисті листки, суцвіття – подвійні завійки. Квітки актиноморфні, з подвійною оцвітиною. Чашечка з п'яти зрослих листочків, віночок колесовидний, з п'яти зрослих пелюсток, тичинок 5, їх пиляки у вигляді конуса навколо стовпчика маточки. Гінецей синкарпний. Зав'язь верхня. Плід – ягода з численним насінням.

**До завдання 3.** За гербарними та живими зразками вивчити особливості будови вегетативних та генеративних органів представників родини *Lamiaceae*.

**До завдання 4.** Розглядаючи пагін *Lamium album*, звертаємо увагу на чотиригранне опушене стебло, супротивно нахрест розташовані листки. Квітки з подвійною оцвітиною, зигоморфні, чашечка п'ятичленна, з п'яти тонких зубчиків, з яких два довші за інші. Віночок п'ятичленний, зрослопелюстковий, розчленований на дві губи: верхню, яка утворилася внаслідок зростання двох, нижню – трьох пелюсток. Тичинок 4, розташовані попарно під верхньою губою: дві коротші приростають до

верхньої губи, дві більш довші – до трубочки віночка. Маточка одна. Розрізавши зав'язь, відмічаємо, що вона двогніздна, але пізніше із спинки кожного гнізда утворюються несправжні перегородки, які ділять обидва гнізда ще на дві частини, таким чином, що утворюється чотиригніздна зав'язь. В основі зав'язі знаходиться нектарний диск. Плід – ценобій, складається з чотирьох горішкоподібних членників.

#### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 27

**Тема:** Клас Магноліопсиди (Дводольні) – *Magnoliopsida (Dicotyledones)*

Підклас Астериди – *Asteridae*

Порядок Айстроцвіті – *Asterales*

Родина Айстрові, або Складноцвіті – *Asteraceae, або*

*Compositae*

**Мета:** вивчити місце і роль *Asteridae* в системі Дводольних, показати, що вони є найбільш еволюційно просуненою групою рослин, ознайомитись з видовою різноманітністю та особливостями будови представників родини *Asteraceae*.

**Об'єкти вивчення:** живі та гербарні зразки представників родини *Asteraceae*, живі та фіксовані препарати квіток, колекції плодів.

#### Контрольні питання

1. Підклас *Asteridae*, його місце в системі квіткових рослин, характерні ознаки, провідні порядки та родини.

2. Родина *Asteraceae*, особливості будови, основні роди, види, їх поширення та практичне значення.

3. Поділ родини *Asteraceae* на підродини, основні роди, види їх поширення та значення.

#### Завдання

1. Ознайомитись з видовою різноманітністю представників родини *Asteraceae*. Користуючись планом опису, зробити морфологічний аналіз *Achillea millefolium*, *Taraxacum officinale*, *Helianthus annuus*, *Arctium tomentosum* та *Centaurea cyanus*.

2. Розглянути різні типи суцвіть та квіток представників родини *Asteraceae*. Вивчити особливості будови різних типів квіток: трубчастих та несправжньоязичкових – у соняшника, язичкових – у кульбаби, лійчастих та трубчастих – у волошки. Замалювати різні типи квіток айстрових, записати їх формули.

3. Ознайомитись з будовою плодів кульбаби, соняшника, будяка, череди та замалювати їх.

#### Методичні поради

**До завдання 1.** Користуючись гербарними та живими зразками, ознайомитись з будовою вегетативних та генеративних органів представників родини *Asteraceae*.

**До завдання 2.** Розглядаючи кошик соняшника, відмічаємо, що зовні він має черепитчасту обгортку, загальне ложе плоске. Крайові квітки

несправжньоязичкові, жовті, не мають тичинок, серединні – трубчасті, правильні, маточково-тичинкові з нижньою зав'яззю. Віночок трубчастий, п'ятилопатевий. До віночка прирослі 5 тичинок, які зростаються пиляками, утворюючи трубочку. Стовпчик маточки, проходячи через цю трубочку виштовхує зібраний пилок, який прикріплюється до волосків стовпчика. Плід – однонасінні сім'янки з двома щетинками. У кульбаби кошики знаходяться на кінцях безлистих порожнистих стебел – стрілок. Вони складаються з язичкових квіток, оточених зеленою обгорткою. Квітколоже голе, ямчасте. Язичкові квітки зигоморфні, маточково-тичинкові, з нижньою зав'яззю. Чашечка метаморфизувалась до групки тоненьких волосків – чубчика. Плід – чотиригранна сім'янка. Коли вона досягає, ніжка чубчика витягується і виносить його високо над сім'янкою, утворюючи ніби парашутик. Кошики волошки яйцеподібні, обгортка черепитчаста, злегка павутиниста. Крайові квітки в кошику лійковидні, зигоморфні, з редукованою зав'яззю, неплідні і виконують функцію приваблення. Серединні квітки синьо-фіолетові, трубчасті, правильні, маточково-тичинкові. Тичинок 5, їх пиляки фіолетові, зрослі в тичинкову трубку. Сім'янки обернено-яйцевидні, з пурпурним чубчиком на верхівці.

**До завдання 3.** Користуючись колекцією плодів представників родини *Asteraceae*, зверніть увагу на особливості їх будови та пристосування до їх поширення.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 28

**Тема:** Клас *Liliioncidi* (Однодольні) – *Liliopsida* (*Monocotyledones*)

Підклас *Alismatidi* – *Alismatidae*

Порядок *Частухоцвіми* – *Alismatales*

Родина *Сусакові* – *Butomaceae*

Родина *Частухові* – *Alismataceae*

**Мета:** вивчити місце і роль *Alismatidae* в системі квіткових рослин, показати, що вони є боковою примітивною гілкою еволюції однодольних, яка має спільне походження з дводольними, ознайомитись з видовою різноманітністю та особливостями будови представників родин *Butomaceae* та *Alismataceae*.

**Об'єкти вивчення:** живі та гербарні зразки представників родин *Butomaceae* та *Alismataceae*, живі та фіксовані препарати квіток, колекції плодів.

### Контрольні запитання

1. Загальна характеристика класу *Liliopsida*.
2. Підклас *Alismatidae* як бокова гілка еволюції *Liliopsida*: характерні ознаки, провідні порядки та родини.
3. Загальна характеристика родини *Butomaceae*, її об'єм та місце в системі *Alismatidae*.
4. Загальна характеристика родини *Alismataceae*, основні роди, види, їх поширення та значення.

### Завдання

1. Ознайомитись з представником родини *Butomaceae* – *Butomus umbellatus*. Користуючись планом опису, зробити його морфологічний аналіз.

2. Замалювати зовнішній вигляд *Butomus umbellatus*, квітку та плід, записати формулу квітки.

3. Ознайомитись з представниками родини *Alismataceae*. Користуючись планом опису, зробити морфологічний аналіз *Alisma plantago-aquatica*, *Sagittaria sagittifolia*.

4. Замалювати зовнішній вигляд *Alisma plantago-aquatica*, квітку та плід, записати формулу квітки.

### Методичні поради

До завдання 1. Використовуючи гербарій, вивчити морфологічні особливості будови вегетативних та генеративних органів представника родини *Butomaceae* – *Butomus umbellatus*.

До завдання 2. Розглядаючи гербарій *Butomus umbellatus*, зверніть увагу на горизонтальне моноподіальне кореневище, тригранні листки, квітконосні стебла – безлисті стрілки, що несуть на верхівці зонтикоподібні суцвіття, які в свою чергу складаються з цимозних суцвіть – звивин. До цвітіння суцвіття оточене приквітними листочками, які пізніше відгинаються донизу. Квітки маточково-тичинкові, чашолистків 3, трохи коротших за пелюстки, яких також 3. Тичинок 9 з стрічкоподібно розширеними тичинковими нитками. Гінецей з шести неповністю замкнутих плодолистків, які зросли у основи. Плід – багатолістянка.

До завдання 3. За гербарними зразками вивчити морфологічні особливості будови вегетативних та генеративних органів представника родини *Alismataceae*.

До завдання 4. Вивчаючи гербарний зразок *Alisma plantago-aquatica*, зверніть увагу на довгочерешкові листки, зібрані у розетку, та великі пірамідально-волотеві суцвіття. Квітки дрібні, чашолистків 3 світло-зелених, пелюсток 3 білих, тичинок 6, розташованих по колу трьома парами, які протистоять чашолисткам. Маточок багато, розміщених колами. Плід – багатогорішок.

### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 29

**Тема:** Клас Ліліопсиди (Однодольні) – *Liliopsida* (*Monocotyledones*)

Підклас Ліліїди – *Liliidae*

Порядок Лілієцвіті – *Liliales*

Родина Лілійні – *Liliaceae*

Порядок Осокоцвіті – *Cyperales*

Родина Осокові – *Cyperaceae*

Порядок Тонконогоцвіті – *Poales*

Родина Тонконогові – *Poaceae*

**Мета:** вивчити місце і роль *Liliidae* в системі однодольних, ознайомитись з видовою різноманітністю та особливостями будови

представників родин *Liliaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*, вивчити особливості їхнього еволюційного розвитку.

**Об'єкти вивчення:** живі та гербарні зразки представників родин *Liliaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*, живі та фіксовані препарати квіток, колекції плодів.

### Контрольні запитання

1. Підклас *Liliidae*, його місце в системі квіткових рослин, характерні ознаки, провідні порядки та родини.
2. Родина *Liliaceae*, особливості будови, основні роди, види, їх поширення та практичне значення.
3. Загальна характеристика родини *Cyperaceae*, основні роди, види, їх господарське значення.
4. Родина *Poaceae*, особливості будови, основні роди, види, їх поширення та практичне значення.

### Завдання

1. Ознайомитись з видовим різноманіттям представників родини *Liliaceae*. Користуючись планом опису, зробити морфологічний аналіз *Lilium martagon*, *Gagea lutea*.
2. Замалювати пагін, квітку, плід *Lilium martagon*, скласти формулу квітки.
3. Ознайомитись з видовою різноманітністю родини *Cyperaceae*. Замалювати загальний вигляд *Carex rostrata*, маточкове суцвіття, тичинкове суцвіття, маточкову квітку, тичинкову квітку, плід. Скласти формули тичинкової та маточкової квіток.
4. Ознайомитись з видовою різноманітністю родини *Poaceae*. Замалювати загальний вигляд *Secale cereale*, суцвіття (складний колос), окремий колосок, позначивши нижню колоскову луску, верхню колоскову луску, нижню квіткову луску, верхню квіткову луску, квітку з лодикулами, тичинками та маточкою, плід. Скласти формулу квітки.

### Методичні поради

**До завдання 1.** Користуючись гербарієм, ознайомитись з особливостями будови вегетативних та генеративних органів представників родини *Liliaceae*.

**До завдання 2.** Вивчаючи гербарний зразок *Lilium martagon*, зверніть увагу на цибулини, які складені з черепитчасто розміщених лусок. Квітки великі поодинокі або в китицях, актиноморфні, з простою оцвітиною. Тичинок 6 у два кола, пиляки прикріплені до тичинкових ниток серединою. Маточка з трьох плодолистиків. Коробочка довгаста, розкривається стулками.

**До завдання 3.** Розглянувши гербарій, ознайомтесь з видовою різноманітністю представників родини *Cyperaceae*, зауважте, що у осокових переважно тригранні стебла, зі зближеними при основі вузлами та наявним у епідермі листків і стебел кремнеземом. Квітки дрібні, зібрані у колоски, які сидять в пазухах листовидних приквітників і формують

різноманітні складні суцвіття. У *Carex rostrata* суцвіття складене з кількох колосків: верхівкових одного-трьох колосків, які утворені тичинковими квітками, нижче – більш товсті маточкові. Тичинкові квітки без оцвіттини, мають 3 тичинки. Маточкова квітка також гола, маточка з трьох плодолистків. Плід занурений у особливий кулястоздутий мішечок, який на верхівці видовжений в довгий коротко шипуватий, двозубчастий носик.

**До завдання 4.** Користуючись гербарієм, ознайомитись з особливостями будови вегетативних та генеративних органів представників родини *Poaceae*.

Розглядаючи гербарний зразок *Secale cereale*, відмічаємо мичкувату кореневу систему, численні надземні пагони, що галузяться у вузлах кушіння. Стебло складається з довгих порожнистих міжвузлів та заповнених тканиною вузлів, до яких прикріплюються листки, що охоплюють стебло піхвою. В місці переходу піхви у листову пластинку знаходиться короткий по краю злегка зубчастий язичок. Листок у жита лінійний з паралельним жилкуванням. Суцвіття – складний колос, який складається з простих колосків. Кожен колосок має короткі колоскові луски. Відпрепарувавши квітку, знаходимо шипуватий виріст – остюк; це нижня квіткова луска. Верхня квіткова луска плівчаста тупа. При основі маточки знаходяться дві тоненькі плівочки – лодикули. Тичинок 3, під час цвітіння за кілька хвилин тичинкові нитки сильно видовжуються і виносять назовні пиляки. Зав'язь маточки округла, приймочка периста. Плід – зернівка.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### Основна література

1. Атлас по анатомии растений (растительная клетка, ткани, органы) / А. Г. Сербин, А. С. Картмазова, В. П. Руденко, Т. М. Гонтова: Учебн. пособие. – Харків: Колорит, 2006. – 86 с.
2. Ботаника: Анатомия и морфология растений / А. Е. Васильев, Н. С. Воронин, А. Г. Еленевский, Т. И. Серебрякова – М.: Просвещение, 1978. – 478 с.
3. Брайон О. В. Анатомія рослин: Підручник / О. В. Брайон, В. Г. Чикаленко. – К.: Вища школа, 1992. – 272 с.
4. Гарибова Л.В. Основы микологии: Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов. Учебное пособие / Л.В. Гарибова, С.Н. Лекомцева. – М.: Тов. науч. изд. КМК, 2005. – 220 с.
5. Костіков І.Ю. Ботаніка. Водорості та гриби: Навчальний посібник, 2-е видання, переробл. / І.Ю. Костіков, В.В. Джаган, Е.М. Демченко, О.А. Бойко, П.О. Романенко. – К.: Арістей, 2006. – 476 с.
6. Красільнікова Л. О. Анатомія рослин. Рослинна клітина, тканини, вегетативні органи: Навч. посібн. / Л. О. Красільнікова, Ю. О. Садовниченко. – Харків: Вид. група "Основа", 2007. – 237 с.
7. Лотова Л. И. Морфология и анатомия высших растений / Л. И. Лотова. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
8. Методичні розробки до лабораторних занять з нормативного курсу "Ботаніка. Систематика вищих рослин" для студентів біологічного факультету // [упорядн. Л. Ф. Кучерява, В. П. Погребенник, В. А. Нечитайло, В. А. Баданіна, О. В. Тищенко]. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 44 с.
9. Нечитайло В.А. Систематика вищих рослин. II. Покритонасінні / В. А. Нечитайло. – К.: Фітосоціоцентр, 1997. – 272 с.
10. Нечитайло В.А. Ботаніка. Вищі рослини / В. А. Нечитайло, Л. Ф. Кучерява. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 432 с.
11. Нечитайло В. А. Систематика вищих рослин. Лабораторний практикум / В. А. Нечитайло, Л. Ф. Кучерява, В. П. Погребенник. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 456 с.
12. Нечитайло В.А. Систематика вищих рослин. Список основних програмних таксонів та об'єктів нормативного курсу "Загальна ботаніка" та спецкурсу "Систематика, еволюція та філогенія вищих рослин" / В. А. Нечитайло, Л. Ф. Кучерява. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 48 с.
13. Сергиевская Е. В. Систематика высших растений. Практический курс / Е. В. Сергиевская. – М.: Изд-во "Лань", 1998. – 448 с.
14. Стеблянко М. І. Ботаніка: Анатомія і морфологія рослин: Навч. посібник / М. І. Стеблянко, К. Д. Гончарова, Н. Г. Захарко. – К.: Вища школа, 1995. – 372 с.
15. Эзау К. Анатомия семенных растений. В 2-х кн. / К.: Эзау – М.: Мир, 1980. – 558 с.



### *Додаткова література*

16. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений / З. Т. Артюшенко, А. А. Федоров. Плод. – Л., 1986. – 392 с; Семя. – Л., 1990. – 200 с.
17. Гелюта В.П. Флора грибов Украины. Мучнисто-росяные грибы / В.П. Гелюта. – К.: Наук, думка, 1989. – 284 с.
18. Гарибова Л.В. Обзор и анализ современных систем грибов. – Петрозаводск: Из-во Карельского НУ, 1999. – 134 с
19. Жизнь растений / Под общ. ред. А. Л. Тахтаджяна. – Т. 5 (1). – М.: Просвещение, 1980. – 430 с.
20. Жизнь растений / Под общ. ред. А. Л. Тахтаджяна. – Т. 5 (2). – М.: Просвещение, 1981. – 510 с.
21. Жизнь растений / Под общ. ред. А. Л. Тахтаджяна. – Т. 6. – М.: Просвещение, 1982. – 540 с.
22. Мюллер Э. Микология / Э. Мюллер, В. Леффлер. – М.: Мир, 1995. – 343 с.
23. Практический курс систематики растений: Учебное пособие / Т. Н. Гордеева, И. Н. Дроздова. – М.: Просвещение, 1986. – 224 с.
24. Рейвн П. Современная ботаника / П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн. В 2-х томах. – М.: Мир, 1990. – 284 с.
25. Федоров А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений / А. А. Федоров, М. Э. Кирпичников, З. Т. Артюшенко. – Лист. – М.-Л., 1956. – 304 с; Стебель и корень. – М.-Л., 1962. – 352 с.
26. Федоров А. А. Атлас по описательной морфологии высших растений / А. А. Федоров, М. Э. Кирпичников, З. Т. Артюшенко. – Цветок. – Л., 1975. – 350 с; Соцветие. – Л., 1979. – 295 с.
27. Хржановский В. Г. Курс общей ботаники / В. Г. Хржановский. – М.: Высшая школа, 1982. – 544 с.
28. Хржановский В.Г. Практикум по курсу общей ботаники / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М.: Агропромиздат, 1989. – 416 с.
29. Barr D. J. S. Evolution and kingdoms of organisms from the perspective of a mycologist / D. J. S. Barr // Mycologia. – 1992. – № 84. – P. 1–11.
30. Cavalier-Smith. T. Eukaryotic kingdoms, seven or nine? / T. Cavalier-Smith // BioSystems. – 1981. – № 14. – P. 461–481.
31. Cavalier-Smith, T. A revised six-kingdom system of life / T. Cavalier-Smith // Biol. Rev. – 1998. – № 73. P. 203–266.